



**UNIVERSIDAD NACIONAL
“PEDRO RUIZ GALLO”**



Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica

VI PROGRAMA DE TITULACIÓN PROFESIONAL EXTRAORDINARIA

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Para Optar el Título Profesional de

INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

**“SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN DE AIRE
FILTRADO PARA EL ÁREA DE PREPARACIÓN
DEL SERVICIO DE FARMACIA DE
PRODUCCIÓN DEL HOSPITAL NACIONAL
GUILLERMO ALMENARA IRIGOYEN”**

Presentado Por:

Bach. AUGUSTO GARCIA PORTOCARRERO

LAMBAYEQUE – PERÚ

2018



**UNIVERSIDAD NACIONAL
“PEDRO RUIZ GALLO”**



Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica

VI PROGRAMA DE TITULACIÓN PROFESIONAL EXTRAORDINARIA

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Para Optar el Título Profesional de

INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

**“SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN DE AIRE
FILTRADO PARA EL ÁREA DE
PREPARACIÓN DEL SERVICIO DE FARMACIA
DE PRODUCCIÓN DEL HOSPITAL NACIONAL
GUILLERMO ALMENARA IRIGOYEN”**

Presentado Por:

Bach. AUGUSTO GARCIA PORTOCARRERO

Aprobado por el Jurado Examinador

PRESIDENTE:

SECRETARIO:.....

MIEMBRO:.....

ASESOR: ING. ROBINSON TAPIA ASENJO

Lambayeque – Perú

2018



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA y ELÉCTRICA



VI PROGRAMA DE TITULACIÓN PROFESIONAL EXTRAORDINARIA

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

TITULO

**“SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN DE AIRE FILTRADO PARA EL ÁREA DE
PREPARACIÓN DEL SERVICIO DE FARMACIA DE PRODUCCIÓN DEL
HOSPITAL NACIONAL GUILLERMO ALMENARA IRIGOYEN”**

CONTENIDOS

CAPITULO I: PROBLEMA DE LA INVESTIGACION.

CAPITULO II: MARCO TEORICO.

CAPITULO III: MARCO METODOLOGICO.

CAPITULO IV: PROPUESTA DE LA INVESTIGACION.

CAPITULO V: ANALISIS E INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS.

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

ANEXOS.

AUTOR: Bach. AUGUSTO GARCIA PORTOCARRERO

PRESIDENTE

SECRETARIO

MIEMBRO

ING. ROBINSON TAPIA ASENJO

ASESOR

Lambayeque – Perú

DEDICATORIA

A mi familia, quienes siempre me brindaron su apoyo incondicional en todos los proyectos que he emprendido en la vida.

AGRADECIMIENTOS

A cada uno de los docentes de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”, por los conocimientos compartidos y por todas las enseñanzas brindadas a lo largo del proceso de formación profesional de sus estudiantes.

Al Ing. Robinson Tapia Asenjo, profesor de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”, por su apoyo como asesor de la presente tesis.

A todos aquellos que de manera directa o indirecta contribuyeron tanto en la planificación, como en la ejecución de la presente investigación.

RESUMEN

Se aborda un problema relacionado con el acondicionamiento de un local destinado a la producción farmacéutica el cual es denominado “Área de Preparación del Servicio de Farmacia”, y se encuentra instalado en el “Pabellón A - Oeste” del Hospital Nacional Guillermo Almenara Irigoyen.

Para determinar las cargas térmicas se utilizó el método CLTD/CLF desarrollado por la Sociedad Americana de Ingenieros de Aire Acondicionado, Calefacción y Refrigeración, lográndose determinar en el local intervenido, que:

- La carga debido a los diferenciales de carga térmica (CLTD) varían desde 3854 BTU/ h en verano hasta 3462 BTU/ h, en invierno.
- La carga debido a factores de enfriamiento (CLF) varían desde 6053 BTU/h en invierno, hasta 6408 BTU/ h, en verano.

Palabras Clave: Carga Térmica, Cargas por Temperatura Diferencial, Cargas por Factores de Enfriamiento.

ABSTRACT

It is presented a problem related to the conditioning of a room for pharmaceutical production, which is called "Pharmacy Service Preparation Area", the room is installed in "Pavilion A - West" of the Hospital Nacional Guillermo Almenara Irigoyen.

The thermal loads were determined using a method called CLTD/CLF, the method was developed by American Society of Heating Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, through that method we can determined that:

- The thermal load due to Cooling Load Temperature Difference – CLTD, they vary from 3854 BTU/ h in summer to 3462 BTU/ h, in winter.
- The thermal load due to Cooling Load Factor – CLF, they vary from 6053 BTU/h in winter, to 6408 BTU/ h, in summer.

Key Word: Thermal Load, Cooling Load Temperature Difference – CLTD, Cooling Load Factor – CLF.

ÍNDICE

	Pág.
DEDICATORIA	4
AGRADECIMIENTOS	5
RESUMEN	6
ABSTRACT	7
ÍNDICE	8
INTRODUCCIÓN	13
CAPÍTULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	14
1.1 Realidad Problemática	14
1.2 Formulación del Problema	15
1.2.1 Problema general	15
1.2.2 Problemas específicos	16
1.3 Delimitación de la Investigación	16
1.4 Justificación e Importancia de la Investigación	16
1.5 Limitaciones de la Investigación	17
1.6 Objetivos de la Investigación	17
1.6.1 Objetivo general	17
1.6.2 Objetivos específicos	18
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	19
2.1 Antecedentes de Estudios	19
2.2 Desarrollo de la Temática	22
2.2.1 Servicio de farmacia de producción	22
2.2.2 Sistemas de climatización	27
2.2.2.1 Tipos de sistemas de climatización	28
2.2.2.2 Sistema de climatización Aire – Aire	29
2.2.3 Sistema HVAC	30
2.2.3.1 Aire acondicionado	33
2.2.3.2 Aire filtrado	34
2.2.4 Climatización de centros hospitalarios	35
2.2.4.1 Evolución de los sistemas CVAA	36
2.2.4.2 Sistemas CVAA en centros hospitalarios	38
2.2.4.3 Implementación de sistemas CVAA en centros hospitalarios	39
2.2.5 Método de climatización ASHRAE CLTD/CLF	45
2.2.5.1 Cargas por temperatura diferencial (CLTD)	47
2.2.5.2 Cargas por factores de enfriamiento (CLF)	49
2.3 Definición Conceptual de la Terminología Empleada	52
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO	58

3.1	Tipo y Diseño de investigación	58
3.2	Población y Muestra	58
3.3	Hipótesis	58
3.4	Variables – Operacionalización	59
3.5	Métodos y Técnicas de investigación	60
3.6	Descripción de los Instrumentos Utilizados	61
3.7	Análisis Estadístico e interpretación de los datos	61
CAPÍTULO IV: PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN		62
4.1	Contexto de Intervención	62
4.1.1	Contexto de intervención general	65
4.1.2	Contexto de intervención específica	67
4.2	Línea Base de la Propuesta	68
4.2.1.	Características del local	69
4.2.1.1	Localización y distribución	69
4.2.1.2	Equipamiento y usos del local	72
4.2.2	Solicitaciones térmicas del ambiente	73
4.2.3	Tipo de sistema de climatización	75
4.2.4	Evaluación de la propuesta	76
CAPÍTULO V: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS		78
5.1	Resultados	78
5.1.1	Cálculo de las cargas térmicas por temperatura diferencial (CLTD)	79
5.1.1.1	Cargas a través del techo	80
5.1.1.2	Carga a través del piso	83
5.1.1.3	Cargas a través de las paredes	83
5.1.1.4	Cálculo de la carga a través de la puerta	90
5.1.1.5	Cálculo de la carga por conducción a través de la ventana	91
5.1.2	Cálculo de las cargas térmicas por factores de enfriamiento (CLF)	93
5.1.2.1	Cálculo de las cargas por radiación a través de ventanas	93
5.1.2.2	Cálculo de las cargas de enfriamiento para luces	95
5.1.2.3	Cálculo de las cargas de enfriamiento por persona	96
5.1.2.4	Cálculo de las cargas por aparatos y equipos de laboratorio	98
5.1.2.5	Cálculo de las cargas por equipos (motores)	99
5.2	Discusión de Resultados	100
5.2.1	Cálculo de la carga de enfriamiento total	100
5.2.2	Cálculo de la carga de enfriamiento total en invierno	103
5.2.3	Variación estacional de la carga de enfriamiento	103
5.2.4	Sugerencia para la implementación de la propuesta	106
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		111
6.1	Conclusiones	111
6.2	Recomendaciones	112
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		114
ANEXOS		120
Anexo 1. Condiciones Estándar ASHRAE para Determinar Valores CLTD		120
Anexo 2. Características Estructurales de la Zona de Intervención		121

Anexo 3. Condiciones climáticas en Lima en los días de intervenidos	123
Anexo 4. Cargas de enfriamiento para techos planos	125
Anexo 5. Valores de R para el aire según dirección del flujo de calor	126
Anexo 6. Resistencia térmica de los materiales que conforman las paredes	127
Anexo 7. Valores del Coeficiente CLTD según orientación de las paredes	129
Anexo 8. Tabla para Corrección de CLTD por latitud y mes para paredes y techos	130
Anexo 9. Procedimiento para determinar CLTD corregido	131
Anexo 10. Coeficiente U para componentes de edificación	132
Anexo 11. Valores de CLTD de las ventanas	135
Anexo 12. Coeficiente total de transferencia de calor en ventanas	136
Anexo 13. Tabla para seleccionar el factor SC para ventanas	137
Anexo 14. Tabla para seleccionar el factor SHGF para ventanas	138
Anexo 15. Tabla para seleccionar el factor CLF para ventanas	140
Anexo 16. Tabla para los factores de carga de enfriamiento para luces	142
Anexo 17. Tabla para calcular el calor sensible y latente por persona	143
Anexo 18. Tabla para calcular el calor sensible y latente en aparatos o equipos	144
Anexo 19. Tabla para calcular el calor sensible en motores	145
Anexo 20. Normas del MINSA NTP119. Para equipos de la UPSS farmacia.	146

Índice de Tablas

	Pág.
TABLA 1. PRODUCCIÓN FARMACOTÉCNICA PARA ASISTENCIA EN ONCOLOGÍA.	26
TABLA 2. FACTORES Y PARÁMETROS QUE DETERMINAN EL CONFORT TÉRMICO.	27
TABLA 3. ALGUNOS SÍNTOMAS DE SALUD RELACIONADOS CON EL AMBIENTE INTERIOR.	32
TABLA 4. CARACTERÍSTICAS DE LOS GRUPOS DE RIESGO.	41
TABLA 5. SELECCIÓN DE UNA CÁMARA DE SEGURIDAD BIOLÓGICA (CSB).	43
TABLA 6. AMBIENTE Y SUBAMBIENTES DE LA UPSS DE FARMACIA.	69
TABLA 7. POTENCIA DE LOS EQUIPOS ELECTRÓNICOS E INFORMÁTICOS.	73
TABLA 8. DATOS CLIMATOLÓGICOS DEL LUGAR DE INTERVENIDO.	78
TABLA 9. DESCRIPCIÓN GEOMÉTRICA DE LAS PAREDES DEL RECINTO INTERVENIDO.	83
TABLA 10. DESCRIPCIÓN DE LAS ÁREAS DE LAS PAREDES DEL LOCAL INTERVENIDO.	85
TABLA 11. HORAS DE FUNCIONAMIENTO DE LAS LUCES.	95
TABLA 12. CARGA DEBIDO A FACTORES DE ENFRIAMIENTO.	101
TABLA 13. CARGA TOTAL DE LA PROPUESTA (POR ELEMENTO).	102
TABLA 14. CARGA TOTAL DE LA PROPUESTA EN INVIERNO (POR ELEMENTO).	103
TABLA 15. CARGA TOTAL DE LA PROPUESTA (POR TEMPORADA).	103

Índice de Figuras

	Pág.
FIGURA 1. ESQUEMA FUNCIONAL DE UN SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN AIRE-AIRE.	30
FIGURA 2. ESQUEMA DE UNA CÁMARA DE SEGURIDAD BIOLÓGICA DE CLASE IIB1.	44
FIGURA 3. PLANO DE UBICACIÓN HOSPITAL NACIONAL GUILLERMO ALMENARA IRIGOYEN.	66
FIGURA 4. PLANO DEL PABELLÓN “A” OESTE DEL H. N. GUILLERMO ALMENARA IRIGOYEN.	71
FIGURA 5. ESQUEMA BÁSICO DEL LOCAL INTERVENIDO.	72
FIGURA 6. VISTA DE PLANTA DEL TECHO ESQUEMA BÁSICO DEL LOCAL INTERVENIDO.	80
FIGURA 7. ESQUEMA REPRESENTATIVO DE LA VISTA DE FRENTE DE LA PARED INTERVENIDA.	84
FIGURA 8. COMPARACIÓN ENTRE CARGAS CLTD Y CLF POR TEMPORADAS DE VERANO E INVIERNO.	105
FIGURA 9. CARACTERÍSTICAS Y BENEFICIOS DE LA CAMPANA DE FLUJO LAMINAR	106
FIGURA 10. CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE EXTRACCIÓN DE LA CAMPANA DE FLUJO LAMINAR.	108
FIGURA 11. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA CAMPANA DE FLUJO LAMINAR.	109

INTRODUCCIÓN

La presente investigación fue planteada teniendo en cuenta que según normativa, los establecimientos de salud, entre ellos los hospitales, y todas sus unidades y servicios deben cumplir con las exigencias de iluminación y ventilación establecidas en el Reglamento de Establecimientos de Salud y Servicios Médicos de Apoyo; pero, el Servicio de Farmacia del Hospital Nacional Guillermo Almenara Irigoyen, no se cumplía el requisito de ventilación adecuada.

Teniendo en cuenta que no se contaba con un sistema de aire acondicionado eficiente para el Servicio de Farmacia del Hospital Nacional Guillermo Almenara Irigoyen; nos propusimos: Calcular la demanda de carga térmica en verano por el sistema de climatización de aire filtrado; calcular la demanda de carga térmica en invierno por el sistema de climatización de aire filtrado; y, explicar la variación estacional que tienen tanto la carga debido a los diferenciales de carga térmica (CLTD) como la carga debido a factores de enfriamiento (CLF), para el área de preparación del Servicio de Farmacia de Producción del Hospital Nacional Guillermo Almenara Irigoyen.

La planificación y desarrollo de la presente investigación fue importante ya que estuvo orientado a sentar las bases que respondan a las exigencias normativas establecidas para garantizar una temperatura, humedad relativa y frecuencia de renovación de aire; ajustadas a las necesidades del área de producción del Servicio de Farmacia del Hospital Nacional Guillermo Almenara Irigoyen, y de esa manera coadyuvar en el logro de la calidad en los preparados (mezclas intravenosas); además de ofrecer un ambiente confortable y saludable, otorgando aire limpio, puro y fresco.

CAPÍTULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Realidad Problemática

Dada la variante temperatura en la ciudad de Lima, donde se acentúa específicamente dos estaciones (verano - invierno), y que la primera de ellas requiere implementar sistemas de climatización en los distintos ambientes de las entidades públicas y privadas e incluso en los hogares; es que se infiere que con mucha mayor necesidad se requiere contar con ambientes climatizados en los hospitales, tanto para el confort de los pacientes y trabajadores así como también para el buen funcionamiento de los equipos sobre todo los equipos biomédicos.

Con respecto a la iluminación y ventilación de los establecimientos de salud, en el artículo 33 del Reglamento de Establecimientos de Salud y Servicios Médicos de Apoyo se señala que estos deben contar con iluminación y ventilación naturales preferiblemente; asimismo se señala que cuando ello no sea posible, se contará con iluminación y/o ventilación artificiales garantizando ésta última una temperatura, humedad relativa y frecuencia de renovación de aire ajustadas a las necesidades de cada área.

Los establecimientos de salud, entre ellos los hospitales, y todas sus unidades y servicios deben cumplir con las exigencias de iluminación y ventilación establecidas en el Reglamento de Establecimientos de Salud y Servicios Médicos de Apoyo; en ese sentido, de una primera aproximación al Servicio de Farmacia del Hospital Nacional Guillermo Almenara Irigoyen, se tienen las siguientes condiciones de funcionamiento:

- El hospital cuenta con un área llamada farmacia de producción de mezclas intravenosas de aproximadamente 33.6 m².

- En el área de farmacia de producción se encuentra instalada una cabina de flujo laminar tipo 2 para la preparación de productos –mezclas intravenosas- y esos productos no deben ser contaminados con partículas que se encuentran en el aire.
- En la actualidad la cabina de flujo laminar no se encuentra funcionando al 100% de las condiciones que se requiere, esto por no tener un sistema de climatización de aire filtrado que de las condiciones de seguridad que tanto las normas nacionales e normas internacionales lo exigen.

Dado que las cabinas de flujo laminar tipo 2 o cabinas de seguridad biológica (CSB) Clase II, permite la protección del operario y del ambiente frente a agentes biológicos de riesgo bajo y moderado, garantizándose la esterilidad de las muestras; y que, los establecimientos de salud, entre ellos los hospitales, deben estar sujetos a las exigencias de iluminación y ventilación exigidas tanto por el Reglamento de Establecimientos de Salud y Servicios Médicos de Apoyo, como por otras normas internacionales concordantes; es que se plantea la presente investigación titulada “Sistema de climatización de aire filtrado para el área de preparación del servicio de farmacia de producción del Hospital Nacional Guillermo Almenara Irigoyen”.

1.2 Formulación del Problema

1.2.1 Problema general

¿Qué carga de enfriamiento total requiere el sistema de climatización de aire filtrado para el área de preparación del Servicio de Farmacia de Producción del Hospital Nacional Guillermo Almenara Irigoyen?

1.2.2 Problemas específicos

- ¿Qué carga térmica demanda el sistema de climatización de aire filtrado en época de verano?
- ¿Qué carga térmica demanda el sistema de climatización de aire filtrado en época de invierno?
- ¿Qué variación estacional tienen la carga debido a los diferenciales de carga térmica (CLTD) y la carga debido a factores de enfriamiento (CLF)?

1.3 Delimitación de la Investigación

El Hospital Nacional Guillermo Almenara Irigoyen, antiguo Hospital Obrero, es un centro hospitalario público situado en el distrito de La Victoria, provincia de Lima y departamento de Lima. La investigación tuvo como unidad de análisis a las condiciones de climatización del área de preparación del Servicio de Farmacia de Producción del Hospital Nacional Guillermo Almenara Irigoyen. El período en el cual se realizó la investigación cubrió los meses que van desde octubre del año 2017 hasta julio del año 2018.

1.4 Justificación e Importancia de la Investigación

La presente investigación se justificó ya que existía la necesidad de conocer la demanda de carga térmica para sentar las bases para el posterior diseño e implementación de un sistema de climatización para el área de producción del Servicio de Farmacia de Producción del Hospital Nacional Guillermo Almenara Irigoyen.

La investigación es importante ya que conociendo la demanda de carga térmica, se sienta las bases para responder a las exigencias normativas establecidas para

garantizar una temperatura, humedad relativa y frecuencia de renovación de aire; ajustadas a las necesidades del área de producción del Servicio de Farmacia del Hospital Nacional Guillermo Almenara Irigoyen, y de esa manera coadyuvar en el logro de la calidad en los preparados (mezclas intravenosas); además de ofrecer un ambiente confortable y saludable, otorgando aire limpio, puro y fresco.

1.5 Limitaciones de la Investigación

Una de las limitaciones previstas fue el acceso a las instalaciones del de producción del Servicio de Farmacia del Hospital Nacional Guillermo Almenara Irigoyen, dicha limitación fue superada luego de que se lograra la autorización de permanencia en dicha instalación en horas no laborables de dicha área.

Por otro lado, ante la carencia específica de marco teórico referido al área de producción del servicio de farmacia en el ámbito peruano, nos auxiliamos de las propuestas teóricas de la Sociedad Española de Farmacia Hospitalaria, Tomo I de la publicación titulada “Farmacia Hospitalaria”.

1.6 Objetivos de la Investigación

1.6.1 Objetivo general

Determinar la carga de enfriamiento total que demanda el sistema de climatización de aire filtrado para el área de preparación del Servicio de Farmacia de Producción del Hospital Nacional Guillermo Almenara Irigoyen.

1.6.2 Objetivos específicos

- Calcular la demanda de carga térmica en verano por el sistema de climatización de aire filtrado.
- Calcular la demanda de carga térmica en invierno por el sistema de climatización de aire filtrado.
- Explicar la variación estacional que tienen tanto la carga debido a los diferenciales de carga térmica (CLTD) como la carga debido a factores de enfriamiento (CLF).

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de Estudios

Martin Javier Kutsuma Ogata, *Diseño de un sistema de climatización en aula CAD-CAE* (Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2011). En este trabajo de investigación se tuvo como finalidad proponer un sistema de climatización de aire, con el fin de mejorar las condiciones de trabajo en el Laboratorio CAD-CAE, aulas de enseñanza de la Pontificia Universidad Católica del Perú -PUCP y los espacios contiguos INACOM (Investigación Asistida por Computadora) y oficina. Para esto se analizaron las condiciones previas a la instalación del sistema, recopilándose información trascendente, como las condiciones climáticas. Posteriormente, se establecieron las condiciones ideales, para luego especificar las condiciones deseadas en el lugar. Una de las conclusiones a las que se llegó, da cuenta que se seleccionaron dos sistemas SPLIT ducto para el laboratorio CAD-CAE, uno para el INACOM y uno para la oficina. De esta manera se puede independizar el uso de los sistemas sin que uno afecte al otro del área contigua. Los sistemas constan de: un equipo de 60'000BTU/h y uno de 36'000BTU/h para el laboratorio; uno de 48'000BTU/h para la oficina y uno de 36'000BTU/h para el INACOM.

Daniel Gutiérrez Giraldo, *Sistema de climatización para hotel cuatro estrellas ubicado en la ciudad de Lima*. (Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2009). En esta tesis se plantea el diseño de un sistema de climatización para un hotel que de 11 pisos, 68 habitaciones, una sala de espera, una sala de estar, un bar, un salón principal con dos vestíbulos, 6 salas de reuniones, un comedor con dos halls y un sótano. El sistema de climatización planteado brindará confort

térmico a los huéspedes y personas que hagan uso de las áreas comunes y de servicio del hotel de acuerdo a las recomendaciones del manual ASHRAE HVAC APPLICATIONS 2007. Una de las conclusiones destaca que la carga de enfriamiento del proyecto está en el orden de 3 014 098 BTU/hr equivalente a 251.2 toneladas de refrigeración, por lo cual considerando los equipos seleccionados (282 kW) se puede encontrar un ratio de 1.12 kW/tonelada de refrigeración, que es un valor dentro del rango usual para sistemas que emplean Chillers tipo tornillo.

Mario Enrique Méndez Noriega, *Proyecto de un sistema de aire acondicionado para una sala de enfriamiento de caramelo*. (Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, 1990). El propósito de esta tesis fue calcular un sistema de acondicionamiento de aire para una situación especial de carácter industrial en la cual se requiere enfriar caramelo de tal forma que pueda ser embolsado directamente a la salida de una faja transportadora que lo conduce, conforme éste se va produciendo; sin la necesidad de verterlo sobre unas mesas para su enfriamiento, como se venía haciendo, para evitar que el caramelo se apelmace al ser embolsado. En la tesis en mención, se llega a la conclusión que la capacidad requerida por el sistema de enfriamiento de caramelo es de 29 Toneladas.

Alex Rodrigo Veloso Vidal, "Climatización de pabellón clínico" (Valdivia: Universidad Austral de Chile, 2014). En este trabajo que tuvo como objetivo proyectar un sistema de climatización para un pabellón clínico, el cual debe cumplir con ciertos parámetros establecidos dentro de normas y reglamentos, como son la temperatura, renovaciones de aire, humedad, calidad del aire; se siguió una metodología que comenzó con una revisión bibliográfica con respecto a recintos de alta complejidad de hospitales y aspectos de diseño convenientes

para climatizar estos recintos, luego se definió los parámetros con los que se proyectaría el sistema de climatización, considerando cálculos para determinar la cantidad de energía necesaria para satisfacer las necesidades térmicas y mecánicas y posteriormente la selección de los equipos y componentes necesarios para su implementación.

Eduardo Torres Quevedo, “Proyecto de Acondicionamiento de Aire a un Laboratorio Farmacéutico con Filtración de Clase 100,000 Unidades de Partícula” (México: Instituto Politécnico Nacional, 2011). En esta tesis, se consideraron cuatro sistemas diferenciados y complementarios entre sí, los cuales fueron: El acondicionamiento de aire con Mini-Split, la ventilación mecánica basado en un sistema de ventilación suministro de aire filtrado, el sistema de extracción de aire basado en la ventilación por extracción mecánica de aire de cada uno de los ambientes, y, el sistema de colección de polvo. Las conclusiones a la que se llegó, fueron: El suministro del aire de ventilación, será filtrado con pre filtros de 30 a 35% de eficiencia y filtros de alta eficiencia de 90 a 95%; la colección de polvo tendrá del 90 a 95% de eficiencia; la humedad relativa se tendrá en el rango del 30 a 60%; y, la velocidad del aire será conforme a las especificaciones cumpliendo con los $27 \text{ m/min} \pm 20\%$ (70.8 pie/min a 102.25 pie/min), los cuales permiten 20 cambios de volumen por hora.

Agustín Valverde G. y Mario Álvarez Guerra, “Método de cálculo computarizado para la determinación de las cargas térmicas de refrigeración, aire acondicionado y selección de equipos” (Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira, 2014). En esta investigación, los autores, usando el método denominado Diferencia de Temperatura para Carga de Refrigeración (CLTD) y Factor de Carga para Refrigeración (CLF), lograron agilizar los cálculos para sistemas de refrigeración,

aire acondicionado y seleccionar equipos, mediante la creación de una herramienta computacional, la cual calcula la carga térmica de un espacio ya sea a acondicionar o a refrigerar; conteniendo en su base de datos las condiciones climatológicas de las principales ciudades de Colombia, materiales y equipos comerciales.

2.2 Desarrollo de la Temática

2.2.1 Servicio de farmacia de producción

En forma general, el servicio de farmacia tiene que ver básicamente con la atención farmacéutica, la cual según es definida como: la responsable de la provisión de farmacoterapia con el propósito de alcanzar resultados que mejoren la calidad de vida del paciente; los resultados a los que se aspira son los siguientes: curación de una enfermedad, eliminación o reducción de la sintomatología de un paciente, detención o ralentización del proceso de una enfermedad, o la prevención de una enfermedad o sintomatología.¹

El servicio de farmacia en un contexto hospitalario está ligado íntimamente con la atención hospitalaria, tal es así que constituye un campo especializado de la misma que forma parte integral de la atención de la salud del paciente en un hospital.

“La farmacia de hospital es el servicio de atención de la salud, que abarca el arte, la práctica y el ejercicio de la profesión del farmacéutico de hospital en la selección, preparación, conservación, formulación, y dispensación de los medicamentos y productos

¹ Centro Colaborador OMS para las Políticas Farmacéuticas de Precios y Reembolso. *Glosario de términos farmacéuticos* (Viena: Gesundheit Österreich GmbH, 2012).

sanitarios, así como del asesoramiento a otros profesionales sanitarios y a los pacientes sobre su uso seguro, eficaz y eficiente.”²

Los objetivos de un servicio de farmacia como unidad autónoma dentro de un centro hospitalario tienen que ver con:³

- Garantizar y asumir la responsabilidad técnica de la adquisición, calidad, correcta conservación, cobertura de las necesidades, custodia, preparación de fórmulas magistrales o preparados oficinales y dispensación de los medicamentos precisos, incluidos en la guía fármaco-terapéutica del hospital.
- Establecer un sistema eficaz y seguro para el suministro de un medicamento clínicamente apropiado a un paciente o a la persona encargada de su cuidado (dispensación de los medicamentos).
- Formar parte de la Comisión de Farmacia y Terapéutica del hospital, y en el marco de la misma, participar en la selección de los medicamentos a incluir y su empleo; e igualmente de las especialidades que deben ser excluidas del petitorio.
- Formar parte de todas aquellas comisiones en las que sus conocimientos puedan ser útiles.
- Establecer un sistema de información de medicamentos a pacientes y personal sanitario.

² Centro Colaborador OMS para las Políticas Farmacéuticas de Precios y Reembolso. *Glosario...*; 13.

³ R. Molero y M. Acosta, “Planificación y organización de un Servicio de Farmacia”. *Farmacia hospitalaria*, 3ª ed., Tomo I, María Cinta Gamundi Planas (Coord.) (Madrid: Sociedad Española de Farmacia Hospitalaria, 2002), 3.

- Llevar a cabo actividades educativas sobre cuestiones de su competencia dirigidas a personal sanitario y a pacientes.
- Efectuar trabajos de investigación propios o en colaboración con otras unidades o servicios y participar en los ensayos clínicos con medicamentos.
- Realizar la dispensación ambulatoria a aquellos pacientes que lo precisen, de acuerdo a la legislación vigente establecida en el país o región donde está establecido el hospital.
- Establecer un sistema de fármaco-vigilancia dentro del hospital que permita la detección precoz de efectos secundarios y/o reacciones adversas importantes.
- Planificación de estudios de utilización de medicamentos.
- Llevar a cabo estudio de los procesos a los que un fármaco es sometido a través de su paso por el organismo (actividades de farmacocinética clínica).
- Colaboración en programas educativos y de formación con otras estructura sanitarias de la zona: atención primaria, atención especializada, colegios profesionales.
- Puesta en marcha de unidades centralizadas de mezclas intravenosas para la preparación, correcta conservación, seguimiento y dispensación de medicamentos de administración intravenosa.
- Integración en los equipos multidisciplinares de prescripción y seguimiento de nutriciones de la vía de administración de los fármacos (nutriciones parenterales), creados en el hospital.

- Creación de unidades centralizadas de preparación, correcta conservación, seguimiento y dispensación de medicamentos que tienen mecanismos de acción muy diversos pero con la característica común de interrumpir el ciclo celular en alguna de sus fases (medicamentos citostáticos).
- Llevar a cabo cuantas funciones puedan redundar en mejor uso y control de los medicamentos.

Por otro lado, teniendo en consideración lo señalado en los párrafos precedentes, tenemos que el servicio de farmacia constituye una unidad hospitalaria en la cual, al margen de la típica organización por áreas clínicas, suele organizarse en términos de las denominadas Áreas Básicas Funcionales, estableciéndose una distribución de los farmacéuticos entre las diferentes áreas que se atienden: área de gestión, área de dispensación, área de elaboración, farmacocinética / farmacogenética, toxicología, información de medicamentos, farmacovigilancia, docencia e investigación.

Además, teniendo en cuenta la estructuración en términos de las Áreas Básicas Funcionales del servicio de farmacia como una de las unidades hospitalarias; tenemos que el servicio de farmacia de producción, centro de producción farmacéutica o comúnmente llamado FARMACENTRO, se circunscribe, dentro de la unidad hospitalaria farmacéutica, al área de elaboración.

Asimismo, es de destacar que el servicio de farmacia de producción responderá a los procedimientos específicos de cada uno de los procesos asistenciales hospitalarios, estableciéndose un protocolo de producción para cada tipo de asistencia; por ejemplo, para la producción de fórmulas magistrales oncológicas parenterales, se debe seguir el siguiente protocolo:

- **Proceso:** Producción Farmacotécnica.
- **Subproceso:** Producción de Mezclas Oncológicas.
- **Código:** Asignación institucional.
- **Cliente o usuario:** Paciente oncológico.
- **Objetivo:** Elaborar productos farmacéuticos para la terapia específica prescrita.
- **Producto final:** Mezclas oncológicas parenterales.
- **Periodicidad:** Elaboración periódica.
- **Base:** Marco normativo nacional, institucional y de los organismos competentes.

Finalmente, como ejemplo de elaboración, preparación y/o dispensación específica de medicamentos que caracteriza al servicio de farmacia de producción, en el cuadro que prosigue se señala los subprocesos y procedimientos para el caso de la asistencia oncológica.

Tabla 1. Producción farmacotécnica para asistencia en oncología.

SUBPROCESOS	PROCEDIMIENTOS
Producción de mezclas oncológicas.	Producción de Fórmulas Magistrales Oncológicas Parenterales.
Producción de Fórmulas nutricionales parenterales.	Producción de Fórmulas Magistrales Parenterales Nutricionales.
Producción de Fórmulas Magistrales no Estériles.	Producción de Fórmulas Magistrales no Estériles para Consulta Externa.
	Producción de Fórmulas Magistrales no Estériles para Pacientes Ambulatorios.

Fuente: Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas, Manual de procedimientos asistenciales (Lima: INEN, 2012), 424.

2.2.2 Sistemas de climatización

Los sistemas de climatización de ambientes constituyen aquellos conjuntos de elementos y procesos que tienen por finalidad garantizar un clima deseado en un determinado espacio previamente seleccionado como objeto de intervención para el logro de condiciones deseadas referidas a la humedad, la temperatura, los vientos, etc.; es decir, lograr el confort térmico (para mayor detalle sobre los factores y parámetros que determinan el confort térmico, ver: Cuadro 2) o la sensación de confort basado en el principio de que el balance global de pérdidas y ganancias de calor debe ser nulo conservando de este modo el ocupante su temperatura normal, en otras palabras, alcanzar el equilibrio térmico.

Tabla 2. Factores y parámetros que determinan el confort térmico.

F A C T O R E S	Ambientales	Exteriores	Temperatura del Aire
			Temperatura Radiante
			Humedad Relativa
			Velocidad del Aire
	Personales	Fisiológicos y Contributivos	Sexo
			Edad
			Peso
			Tasa de Metabolismo Basal Muscular (Nivel de Actividad)
			Estado de Salud
			Intercambio de Calor por Ingestión de Bebidas y Alimentos
			Historial Térmico Inmediato Mediato
			Tiempo de Permanencia
			Variabilidad Temporal y Espacial de los Estímulos Físicos Ambientales
			Tipo de Vestimenta
		Socioculturales y Psicológicos	Expectativas de Confort
			Contacto Visual con el Exterior
P A R Á M E T R O S	Ambientales	Interiores	Temperatura del Aire
			Temperatura Radiante
			Humedad Relativa
			Velocidad del Aire
	Arquitectónicos	Adaptabilidad del Espacio	Movilidad del Ocupante dentro del Espacio.
			Modificación de Elementos y Dispositivos de Control Ambiental.

Fuente: Gerald Fuentes y Federico Trapp. Implementación de un sistema de climatización para el casino, mediante bomba de calor (Tesis de grado, Universidad Austral de Chile, 2009), 8.

2.2.2.1 Tipos de sistemas de climatización

Con respecto a los tipos de sistemas de climatización, es de destacar que existen diversos métodos para controlar la temperatura y humedad relativa en un recinto, existen elementos mecánicos como ventiladores que aumentan la velocidad del aire creando sensación de frescura al contacto, existen también sistemas de

bombas de calor o compresores, y más rústicos las chimeneas, para aumentar la temperatura de áreas durante los inviernos, entre otras.⁴

Por otro lado, si tenemos en consideración la energía primaria utilizada para la climatización de los ambientes, es decir, tomando en cuenta el fluido que es tomado o cedido; los sistemas de climatización se pueden clasificar en:

- **Sistemas Aire – Aire:** Cuando el fluido de intercambio en la instalación es todo aire, es decir, la unidad exterior y la unidad interior intercambian aire para lograr la climatización deseada.
- **Sistemas Aire – Agua:** Cuando el intercambio en la instalación es con aire en unidad exterior y con agua en la unidad interior.
- **Sistemas Agua – Agua:** Cuando el intercambio en la instalación es con agua entre ambas unidades, es decir son instalaciones toda agua.
- **Sistemas Agua – Aire:** Cuando el intercambio en la instalación es con agua en unidad exterior y con aire en la unidad interior.

2.2.2.2 Sistema de climatización Aire – Aire

El sistema de climatización Aire – Aire es el sistema más usual para lograr la climatización de ambientes destinados a propósitos específicos, por ejemplo, climatización mediante sistema aire-aire de aulas, laboratorios, oficinas, habitaciones, etc. Un esquema funcional general y básico de lo que constituye un sistema de climatización Aire-Aire, se presenta en la figura que prosigue.

⁴ Eduardo Hernández, *Fundamentos de aire acondicionado y refrigeración* (México: Editorial Limusa, 2008).

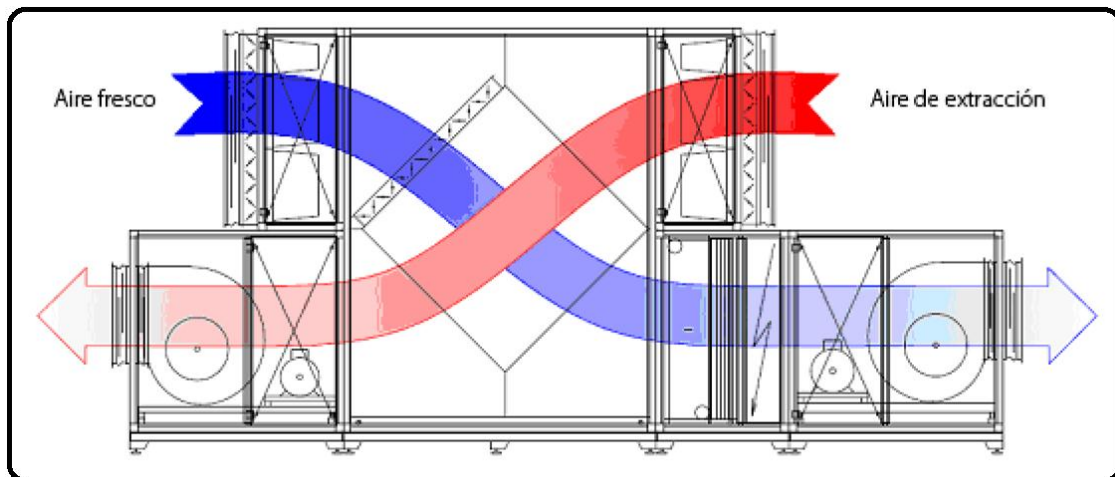


Figura 1. Esquema funcional de un sistema de climatización Aire-Aire.

Fuente: PETERSIME, Sistemas HVAC: Sistemas de tratamiento del aire para unas condiciones óptimas en la planta de incubación (Bélgica: PETERSIME, 2013), 3.

Dado que el sistema de climatización Aire-Aire resulta siendo propicio para climatizar variados ambientes con características funcionales distintas o ambientes con propósitos específicos; dicho sistema fue seleccionado como el indicado para lograr la climatización del “Servicio de Farmacia de Producción del Hospital Nacional Guillermo Almenara Irigoyen”.

2.2.3 Sistema HVAC

Un sistema HVAC (*heating, ventilation and air conditioning*) constituye un sistema de climatización y ventilación orientado al logro del confort térmico en un ambiente determinado; es decir, dicho sistema está orientado a lograr condiciones deseadas y previamente establecidas en el interior de una unidad referencial de climatización o ambiente de climatización (locales comerciales, viviendas, aulas, auditorios, laboratorio, talleres, etc.).

Un sistema HVAC, busca proporcionar a un espacio cerrado las condiciones necesarias para conseguir la temperatura, humedad o pureza del aire, considerado como convenientes para la salud o la comodidad de las personas que lo ocupan; en otras palabras, un sistema HVAC busca la climatización del

ambiente, para tal efecto actúa como calefacción en invierno y como refrigeración en verano, teniendo siempre como finalidad el proporcionar al usuario un ambiente interior cuya temperatura, tasa de humedad relativa y purificación del aire sean confortables.

Con respecto al funcionamiento de sistema HVAC, SIBER Ventilación Inteligente, destaca que:

“El sistema contiene un gas que, al ser comprimido, aumenta su temperatura debido a la presión. Una vez caliente, discurre por un conducto donde disipa su calor. Después, se va enfriando poco a poco hasta que se transforma en un líquido de baja temperatura. Este líquido se desplaza por una válvula de expansión y se evapora convirtiéndose en un gas frío de baja presión. Luego discurre por un conducto absorbiendo el calor interior o exterior del ambiente. Después, es expulsado a través de unas rejillas de ventilación. Este proceso funciona de manera ininterrumpida mientras el sistema está en marcha. Algunos sistemas disponen de termostatos que detienen el proceso o lo dejan en espera.”⁵

Con respecto a cuestiones de mantenimiento de los sistemas de climatización, entre ellos el sistema HVAC, se debe tener en cuenta los sistemas HVAC están destinados a velar por la seguridad y el bienestar de los usuarios, y proporcionar un óptimo confort térmico; luego, es necesario que se lleven a cabo las acciones de mantenimiento e higienización pertinentes para garantizar que el aire interior

⁵ SIBER Ventilación Inteligente, Qué es y cuál es el funcionamiento de un sistema HVAC (En línea, 2016).

de los recintos climatizados es un aire de calidad que no pone en riesgo la salud de las personas.⁶

Dado que la salud depende en gran medida del ambiente en el que vivimos y trabajamos, los sistemas HVAC propenden a combatir un conjunto de síntomas de salud derivados de factores presentes en el ambiente del edificio. En el cuadro que prosigue se detalla cómo se relacionan, entre otros, los aspectos fundamentales de los sistemas HVAC, temperatura, humedad y ventilación, con los factores químicos y biológicos presentes en el ambiente.

Tabla 3. Algunos síntomas de salud relacionados con el ambiente interior.

FACTORES BIOLÓGICOS	FACTORES QUÍMICOS	FACTORES FÍSICOS
Moho	Monóxido de carbono	Temperatura
Bacterias	Compuestos orgánicos	Humedad relativa
Hongos	Volátiles (COVs)	Ventilación
Levaduras	Humos	Acústica
Ácaros	Gases	Iluminación
Virus	Olores	Gas radón
		Electricidad estática
		Campo eléctrico alterno
		Campo electromagnético

Fuente: Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid, Guía de Calidad del Aire Interior (Madrid: Dirección General de Industria, Energía y Minas de la Comunidad de Madrid, 2016), 19.

Si bien es cierto que los sistemas HVAC responden a requerimientos específicos, por ejemplo, no es lo mismo el diseño de climatización de una vivienda que el de una oficina; pero en la instalación de dicho sistema de climatización se siguen líneas generales a la hora de instalar, en ese sentido, SIBER Ventilación Inteligente, destaca los siguientes:

- Asegurar que el diseño de la instalación ha tenido en cuenta la potencia frigorífica adecuada y una correcta distribución del aire.

⁶ SIBER Ventilación Inteligente, Qué es y cuál... (En línea, 2016).

- Adecuar el diseño del sistema al uso del recinto climatizado.
- Dotar al sistema de un mantenimiento y limpieza adecuados, teniendo en cuenta las exigencias de la normativa vigente.

En el orden de ideas presentadas en los párrafos precedentes, resultó siendo necesario el esclarecimiento de las diferencias teórico-conceptuales de lo que es “Aire acondicionado” y “Aire filtrado” y como dichos términos explican las condiciones de aire interior deseado en términos de humedad, temperatura y pureza del aire. Dicho esclarecimiento se presenta en los apartados que prosiguen.

2.2.3.1 Aire acondicionado

El acondicionamiento de aire se refiere al proceso que mediante la circulación o intercambio del fluido, se logra en una instalación condiciones deseadas de temperatura, humedad y pureza del aire. El acondicionamiento de aire se define como el proceso que se encarga de regular las condiciones en cuanto a la temperatura, humedad, limpieza y el movimiento del aire adentro de los locales.

“Correctamente empleado, el termino acondicionamiento de aire significa controlar la temperatura, la circulación, la humedad y la pureza del aire que respiramos y en el que vivimos o, hablando en términos más generales, el acondicionamiento del aire completo del aire significa calentar el aire en invierno, enfriarlo en verano, circular el aire y renovarlo en estas dos estaciones del año, humedecerlo (añadirle humedad) cuando es demasiado seco y filtrar o lavar el aire para privarle el polvo y los posibles microbios que contengan tanto en el verano como en el invierno, cualquier sistema que solo realiza

una o dos funciones, pero no todas ellas, no es un sistema completo de acondicionamiento del aire.”⁷

En síntesis, el aire acondicionado tiene que ver con el control de la temperatura, humedad, limpieza y movimiento de aire en un espacio determinado y confinado; el aire acondicionado responde a solicitudes de confort humano, proceso industrial o requerimientos específicos para la conservación de productos. Finalmente, con respecto al uso del aire acondicionado como controlador de temperatura, es de hacer notar que básicamente significa calentar cuando el ambiente confinado está frío, y enfriar cuando la temperatura en dicho ambiente es muy caliente.

2.2.3.2 Aire filtrado

El aire filtrado es aquel aire resultante de haberse sometido a un proceso de filtración, es decir, el aire obtenido luego de pasar por un proceso para la eliminación de partículas sólidas como por ejemplo polvo, polen y bacterias presentes en el aire. Para efectos de filtración del aire se requiere la utilización de filtros de aire, los cuales son útiles para garantizar que la calidad del aire sea la deseada.

En forma general se tiene que el filtro es un dispositivo que permite remover las partículas extrañas de un fluido. Ya en un contexto referido al aire, se tiene que los denominados filtros de aire, presentan las siguientes características:

- Tienen la misión de eliminar las últimas impurezas que pueden estar presentes en el aire.

⁷ Luis Ramírez, Proyecto de un sistema de acondicionamiento de aire para un quirófano perteneciente a un hospital, localizado en la ciudad de Toluca; estado de México (Tesis de grado, Instituto Politécnico Nacional, 2013), 8.

- Como dispositivo, el filtro de aire constituye un recipiente en cuya parte superior se instala una placa deflectora que provoca el centrifugado del aire.
- Desde un punto de vista funcional, en los filtros de aire sucede el siguiente proceso: Las impurezas, tanto sólidas como líquidas, chocan contra las paredes del recipiente, caen al fondo y son evacuadas al exterior a través de un procedimiento de purga o evacuación del fluido y los sedimentos e impurezas presentes en el aire. La purga puede realizarse de forma manual o automática.
- Desde una perspectiva de calidad, se tiene que para alcanzar el conducto de salida, el aire tiene que atravesar un cartucho filtrante cuya porosidad dependerá del nivel de pureza exigido en la instalación.

2.2.4 Climatización de centros hospitalarios

Para efectos de lograr el confort térmico en un ambiente cualquiera, entre ellos el hospitalario, se acuñó la denominación CVAA, dicha terminología sintetiza las funciones de climatización y ventilación requeridas para lograr el confort térmico; en ese sentido la denominación CVAA responde a las siglas de Calefacción, Ventilación y Aire Acondicionado o HVAC (*heating, ventilation and air conditioning*).

Un sistema CVAA o HVAC por sus siglas en inglés, constituye un sistema de climatización y ventilación que dependiendo de las condiciones climáticas funciona como sistema de climatización estacional, actúa como calefacción en invierno y como refrigeración en verano; luego, los sistemas CVAA o HVAC tienen

por finalidad proporcionar al usuario un ambiente interior cuya temperatura, tasa de humedad relativa y purificación del aire sean confortables.

2.2.4.1 *Evolución de los sistemas CVAA*

En épocas pasadas, el confort a un costo razonable constituía la preocupación fundamental en la industria de Calefacción, Ventilación y Aire Acondicionado - CVAA; en ese entonces se creía que un ambiente confort era lo mismo que un ambiente saludable.

Con respecto a la calidad del ambiente interior de una instalación cualquiera y las repercusiones que este tiene en la salud de los habitantes o usuarios del recinto, es necesario recordar que:

“Durante la década de los 70 del siglo pasado y debido especialmente al incremento de los precios energéticos, los edificios pasaron a ser más estancos, mejor aislados, con la idea de preservar mejor la energía. Esto afectó tanto a los edificios residenciales como a los inmuebles comerciales y administrativos. Al mismo tiempo, el origen sintético de mobiliario, moquetas, recubrimientos interiores, pinturas, fue cada vez más frecuente, sin tener en cuenta (entonces se desconocían sus efectos para la salud) que emitían un gran número de compuestos al interior. El efecto no esperado es que este incremento de estanqueidad en los edificios trajo consigo una menor ventilación, al mismo tiempo que existía una mayor concentración de contaminantes de procedencia tanto interior (mobiliario, pinturas) como exterior (calidad de aire exterior mala en

muchos casos) todo ello, desembocó en un deterioro de la habitabilidad de los edificios.”⁸

Con el pasar del tiempo, la concepción economicista del confort fue cambiando y evolucionando debido a los requerimientos de calidad y confort en ambientes confinados; en efecto:

“[...] debido a la necesidad de garantizar además del control de las bacterias, también el control de diferentes condiciones ambientales tales como la humedad, temperatura, caudal y movimiento del aire en las áreas que lo requiera dentro de un centro de salud, los diferentes desarrollos tecnológicos han permitido suplir esta necesidad con equipos capaces de controlar dichos parámetros. Esto equipos de acondicionamiento de aire trabajan por medio de un circuito frigorífico hermético que se basa en al principio de absorción y desprendimiento de calor a través de un gas o líquido refrigerante; basándose así en los principios de la leyes termodinámicas y la transferencia de calor.”⁹

La nueva concepción de los sistemas CVAA o HVAC no se limita solo a control de humedad y temperatura, sino también tiene que ver con el garantizar la limpieza del aire en ambientes confinados.

⁸ Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid, *Guía de Calidad del Aire Interior* (Madrid: Dirección General de Industria, Energía y Minas de la Comunidad de Madrid, 2016), 13.

⁹ Sebastián Villegas Álzate, “Diseño del sistema de aire acondicionado para el área de quirófanos de la Clínica La Sagrada Familia” (Tesis de grado, Universidad Tecnológica de Pereira, 2016), 24.

2.2.4.2 *Sistemas CVAA en centros hospitalarios*

La concepción actual de los sistemas HVAC constituye un concepto contemporáneo de lo que conlleva la implementación de un sistema de climatización y ventilación no solo de centros hospitalarios sino también de los diversos ambientes en los cuales el ser humano realiza sus actividades económicas y productivas. Remitiéndonos al ámbito hospitalario se tiene que:

“Actualmente la climatización de centros hospitalarios incluye una discriminación de los lugares por actividad, debido a que el acondicionamiento de cada uno de éstos no puede ser el mismo, ya que en cada lugar se realizan actividades diferentes las cuales deben tener condiciones ambientales específicas. Las condiciones para garantizar una óptima operación de los sistemas HVAC ya no se limitan al hospital, sino que se extienden a las zonas aledañas del mismo, buscando evitar posible toma de aire contaminado por agentes químicos como gases de escape, nieblas, polen, polvo o material particulado suspendido en el aire.”¹⁰

Debido a exigencias tanto de confort como de salubridad, la climatización de centros hospitalarios mediante la implementación de aire acondicionado no solo tiene que ver con la regulación del aire frío o caliente en las instalaciones, sino también con que dicha climatización se de en un contexto libre de contaminación para tal efecto se realiza un proceso de separación de sólidos en suspensión mediante un medio poroso, que retiene los sólidos y permite el paso del aire en condiciones tales que estén libre de contaminantes.

¹⁰ Sebastián Villegas Álzate, “Diseño del sistema de aire acondicionado para el área de quirófanos de la Clínica La Sagrada Familia” ..., 24.

En el caso de centros hospitalarios la combinación aire acondicionado y aire filtrado se reviste de enorme importancia debido a las actividades de asistencia sanitaria que se realizan en las instalaciones de dichos edificios, en ese sentido:

“Particular atención merece la correcta ventilación de áreas como los laboratorios, quirófanos y farmacias, la disponibilidad de campanas y la prevención del acceso de vapores saturados de sustancias químicas al sistema general de acondicionamiento de aire. El control de la recirculación del aire y el uso de equipo especial (como unos filtros adecuados y lámparas ultravioletas) constituye un elemento esencial de la transmisión de la difusión atmosférica de los agentes infecciosos.”¹¹

Actualmente los centros de salud demandan ambientes controlados en cuanto a temperatura, humedad, higiene, presurización y distribución del aire; en ese sentido, los sistemas HVAC (Heating Ventilation and Air-conditioning) además de garantizar un estado de confort térmico, cumplen una tarea fundamental de controlar y disminuir el número de partículas nocivas presentes en el aire, y que representen un riesgo para las personas que se encuentren en el interior de éstas instalaciones, en especial a las áreas críticas que es indispensables que cuenten con un aire totalmente filtrado para que puedan desarrollar el trabajo que se esté realizando.

2.2.4.3 Implementación de sistemas CVAA en centros hospitalarios

En la actualidad y con el fin de garantizar el confort y salud de los habitantes o usuarios de una instalación los países han especificado y reglamentado

¹¹ Jeanne Mager Stellman (Directora), *Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo*, Vol. 3 (Madrid: Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales, 1998), 97.5.

condiciones de diseño e instalación de sistemas de climatización y ventilación orientado al logro del confort térmico en un ambiente determinado; y si el ambiente lo requiere, se busca asegurar también que el ambiente esté libre de gérmenes, bacterias y polvo. Por otro lado, cuando los conductos del sistema de aire acondicionado se encuentran deteriorados y sucios, aparece una de las causas de diversas molestias que pueden sufrir los ocupantes de una instalación; en ese sentido ha de hacerse especial hincapié en el uso de filtros.

Los filtros son los elementos encargados de purificar el aire, para tal efecto filtran las sustancias contaminantes presentes en el aire. Los filtros para climatización pueden ser de variados tipos, por ejemplo: Filtros de alta velocidad o filtros planos, filtros de baja velocidad o filtros de bolsas, filtros de alta eficacia o filtros compactos, filtros electrostáticos, filtros de carbón activado y filtros absolutos. Estos últimos son filtros de más alta eficacia y se utilizan generalmente en quirófanos y salas blancas.

Con respecto a los filtros a usarse en las instalaciones de los centros hospitalarios, se tiene que los filtros de aire de alta eficiencia o absolutos son las que satisfacen los estándares requeridos; en ese contexto, los denominados filtros HEPA (*High Efficiency Particulate Air*), constituyen un tipo de filtro de aire de alta eficiencia que evitan la propagación de bacterias y virus a través del aire; en efecto:

“Los filtros HEPA retienen el 99,97% de las partículas de 0,3mm de diámetro y el 99,99% de las partículas de tamaño mayor o menor; esto les permite retener eficazmente todos los agentes infecciosos

conocidos y garantizar que de la cámara sólo sale aire exento de microorganismos.”¹²

Para la implementación de sistemas CVAA en los laboratorios de los centros hospitalarios es necesario tener en cuenta la clasificación de los microorganismos infecciosos por grupos de riesgo, así tenemos:¹³

Grupo de riesgo 1 (riesgo individual y poblacional escaso o nulo):

Microorganismos que tienen pocas probabilidades de provocar enfermedades en el ser humano o los animales.

Grupo de riesgo 2 (riesgo individual moderado, riesgo poblacional bajo):

Agentes patógenos que pueden provocar enfermedades humanas o animales pero que tienen pocas probabilidades de entrañar un riesgo grave para el personal de laboratorio, la población, el ganado o el medio ambiente.

Grupo de riesgo 3 (riesgo individual elevado, riesgo poblacional bajo):

Agentes patógenos que suelen provocar enfermedades humanas o animales graves, pero que de ordinario no se propagan de un individuo a otro.

Grupo de riesgo 4 (riesgo individual y poblacional elevado): Agentes patógenos que suelen provocar enfermedades graves en el ser humano o los animales y que se transmiten fácilmente de un individuo a otro, directa o indirectamente.

Tabla 4. Características de los grupos de riesgo.

¹² Organización Mundial de la Salud, *Manual de bioseguridad en el laboratorio*, 3ra ed. (Ginebra: OMS, 2005), 55.

¹³ Organización Mundial de la Salud, *Manual de bioseguridad en el laboratorio...*; 1.

GRUPO DE RIESGO	NIVEL DE BIOSEGURIDAD	TIPO DE LABORATORIO	PRÁCTICAS DE LABORATORIO	EQUIPO DE SEGURIDAD
1	Básico Nivel 1	Enseñanza básica, investigación	TMA	Ninguno; trabajo en mesa de laboratorio al descubierto
2	Básico Nivel 2	Servicios de atención primaria; diagnóstico, investigación	TMA y ropa protectora; señal de riesgo biológico	Trabajo en mesa al descubierto y CSB para posibles aerosoles
3	Contención Nivel 3	Diagnóstico especial, investigación	Prácticas de nivel 2 más ropa especial, acceso controlado y flujo direccional del aire	CSB además de otros medios de contención primaria para todas las actividades
4	Contención máxima Nivel 4	Unidades de patógenos peligrosos	Prácticas de nivel 3 más cámara de entrada con cierre hermético, salida con ducha y eliminación especial de residuos	CSB de clase III o trajes presurizados junto con CSB de clase II, autoclave de doble puerta (a través de la pared), aire filtrado

Fuente: Organización Mundial de la Salud, *Manual de bioseguridad en el laboratorio*, 3ra ed. (Ginebra: OMS, 2005.), 2.

Nota:

TMA: Técnicas microbiológicas apropiadas.

CSB: cámara de seguridad biológica.

Asimismo, las denominadas Cámaras de Seguridad Biológica (CSB), son las instalaciones de los centros de salud diseñadas para proteger al trabajador, la atmósfera del laboratorio y los materiales de trabajo de la exposición a las salpicaduras y los aerosoles infecciosos que pueden generarse al manipular material que contiene agentes infecciosos, como cultivos primarios, soluciones madre y muestras de diagnóstico. Los tipos de CBS que son denominados como Clase I, Clase II y Clase III, presentan las siguientes características que la definen y distinguen:¹⁴

Cámaras de Seguridad Biológica de Clase I: El aire de la sala entra por la abertura delantera a una velocidad mínima de 0,38 m/s, pasa por encima de la superficie de trabajo y sale de la cámara por el conducto de extracción. El aire

¹⁴ Organización Mundial de la Salud, *Manual de bioseguridad en el laboratorio*, 3ra ed. (Ginebra: OMS, 2005), 56-60.

procedente de la cámara se evacua a través de un filtro HEPA: a) al laboratorio y a continuación al exterior del edificio a través del sistema de evacuación de aire del edificio; b) al exterior a través del sistema de evacuación de aire del edificio, o c) directamente al exterior.

Cámaras de Seguridad Biológica de Clase II: Las CSB de clase II protegen del aire contaminado del local a los materiales de la superficie de trabajo. Las CSB de clase II, de las que hay cuatro tipos (A1, A2, B1 y B2), difieren de las CSB de clase I en que sólo permiten que entre en contacto con la superficie de trabajo aire que ha pasado por un filtro HEPA (aire estéril). Las CSB de clase II pueden utilizarse para trabajar con agentes infecciosos de los grupos de riesgo 2 y 3, y también con agentes infecciosos del grupo de riesgo 4, siempre que se utilicen trajes presurizados.

Cámaras de Seguridad Biológica de Clase III: Este tipo de cámaras es el que proporciona mayor nivel de protección personal y se utiliza para trabajar con agentes del grupo de Riesgo 4. Todos los orificios están sellados para impedir el paso de gases. El aire de entrada es filtrado por HEPA y el aire de salida pasa por dos filtros HEPA.

Tabla 5. Selección de una cámara de seguridad biológica (CSB).

TIPO DE PROTECCIÓN	SELECCIÓN DE LA CSB
Protección personal, microorganismos de los grupos de riesgo 1 a 3	Clase I, clase II, clase III
Protección personal, microorganismos del grupo de riesgo 4, laboratorio para trabajar con cámara de guantes	Clase III
Protección personal, microorganismos del grupo de riesgo 4, laboratorio para trabajar con trajes especiales	Clase I, clase II
Protección del producto	Clase II, clase III sólo si incluye flujo laminar
Protección contra cantidades mínimas de sustancias químicas/radionúclidos volátiles	Clase IIB1, clase IIA2 ventilada hacia el exterior
Protección contra sustancias químicas/radionúclidos volátiles	Clase I, clase IIB2, clase III

Fuente: Organización Mundial de la Salud, *Manual de bioseguridad...*, 56.

Finalmente, es de recalcar que la implementación de un sistema CVAA en el laboratorio de un hospital debe considerar como mínimo CSB de clase II.

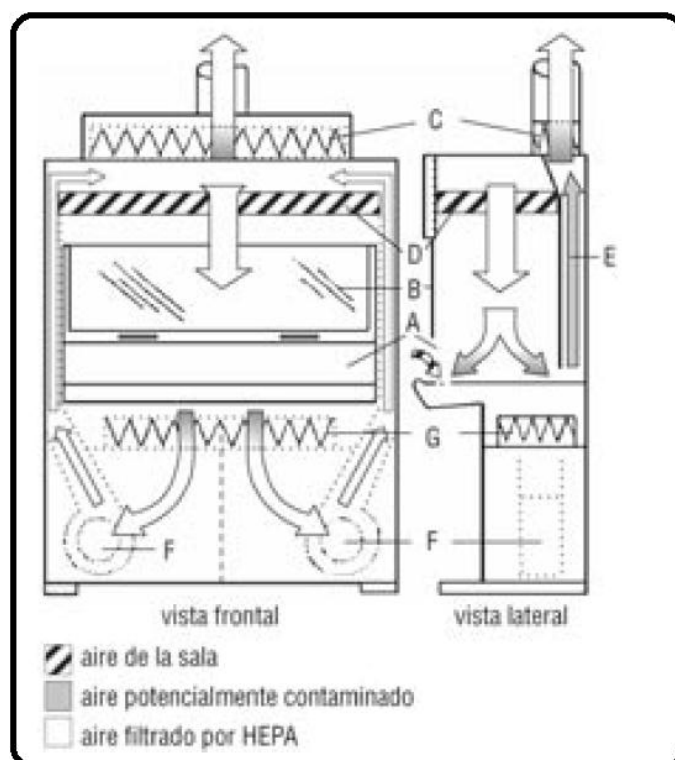


Figura 2. Esquema de una cámara de seguridad biológica de clase IIB1.

Fuente: Organización Mundial de la Salud, *Manual de bioseguridad...*, 56.

A: abertura frontal; **B:** ventana; **C:** filtro HEPA de salida; **D:** filtro HEPA de entrada; **E:** cámara de distribución de salida con presión negativa; **F:** ventilador; **G:** filtro HEPA para el aire de entrada.

2.2.5 Método de climatización ASHRAE CLTD/CLF

Los estándares del Instituto Nacional Estadounidense de Estándares (*American National Standards Institute* – ANSI por sus siglas en inglés) en materia de calefacción, refrigeración y aire acondicionado son desarrollados por la Sociedad Estadounidense de Ingenieros de Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado (*American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers* - ASHRAE por sus siglas en inglés). Con respecto al estándar ASHRAE se tiene que este es actualizado sobre una base regular usando procedimientos de revisión continua, luego, desde que fuera publicada por primera vez en el año 1973:

“[Mientras que por un lado] el estándar ha sufrido algunos cambios fundamentales a través de los años, reflejando el desarrollo continuo del conocimiento, la experiencia y la investigación relacionada con la ventilación y la calidad del aire. [Por el otro...] el propósito del estándar ha permanecido invariable – en relación con la especificación de los rangos mínimos de ventilación y otras medidas destinadas a proveer una calidad del aire en recintos cerrados que sea aceptable a los ocupantes humanos y que minimice los efectos negativos sobre la salud - los medios para lograr este objetivo han evolucionado.”¹⁵

En el estándar ASHRAE se adopta un enfoque prescriptivo para la ventilación al especificar los ratios de flujo de aire exterior en términos de un valor mínimo referencial y los valores recomendados para obtener una calidad aceptable del

¹⁵ Sociedad Americana de Ingenieros de Calefacción, *Refrigeración y Acondicionamiento de aire Inc.*, *Estándar ANSI/ASHRAE 62.1-2007* (Atlanta, GA: ASHRAE, 2009), 2.

aire interior para un determinado espacio. Otro enfoque consiste en establecer los límites recomendados (Límites Máximos Permisibles) y en función a dichos límites, el estándar establece procedimientos que se deben seguir para garantizar valores mínimos por debajo de los mismos. Un ejemplo de lo acabado de señalar es el procedimiento para la Calidad del Aire en Interior (CAI), que permite el cálculo del valor del aire externo necesario para mantener los niveles de contaminantes dentro de un recinto por debajo de los límites recomendados. El estándar ASHRAE mantiene los dos tipos de procedimientos, el de los Ratios de Ventilación y el procedimiento CAI.

Los métodos principales para el cálculo de cargas de refrigeración generalmente se caracterizan por seguir el siguiente procedimiento:¹⁶

- 1) Estimación simple de la carga de enfriamiento en función del área de construcción basada en índices establecidos para edificaciones ubicadas en zonas climáticas comunes.
- 2) Determinación de la carga máxima para un día o una hora crítica del año determinada en base a información estadística acerca de las condiciones climatológicas y al máximo calor ganado a causa de fuentes internas.
- 3) Determinación de la carga de enfriamiento anual en base a parámetros de funcionamiento de la edificación más precisos y con información típica anual de la zona de interés, para lo cual se requiere la utilización de plataformas profesionales diseñadas para este fin.

¹⁶ Evelyn Catalina Vallejo Coral, "Determinación de CLTD para cargas de enfriamiento de edificaciones ubicadas en ciudades de clima cálido en México" (Tesis de grado, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, 2017), 15.

El método CLTD/CLF es utilizado en varias aplicaciones y presenta ventajas frente a otras metodologías utilizadas de diseño de sistemas de climatización. Este método considera dos de los tres procedimientos usuales para determinar la capacidad requerida en un sistema de aire acondicionado considerando el tiempo de retraso para transferir el calor por conducción a través de las superficies opacas de la envolvente y el tiempo de retraso para convertir el calor ganado por radiación en carga de enfriamiento a causa del almacenamiento térmico.¹⁷

ASHRAE ha desarrollado métodos para la estimación de cargas de enfriamiento. De dichos métodos, el de las funciones de transferencia (TFM) es el más aproximado al concepto de balance de calor, en la primera etapa determina la cantidad de calor ganada y en la segunda establece la conversión del calor ganado en carga de enfriamiento. En el contexto acabado de describir, se tiene que el método CLTD/CLF es una simplificación del método TFM que no considera la carga de enfriamiento solar (*solar cooling load*, SCL por sus siglas en inglés) que permiten determinar, de forma más precisa, la carga solar a través del vidrio. Asimismo, el método CLTD/CLF es un procedimiento manual que permite aproximar la carga de enfriamiento correspondiente a: calor ganado conducción a través de paredes, ventanas y techos (carga de enfriamiento externa) y calor ganado por fuentes de calor interna.¹⁸

2.2.5.1 Cargas por temperatura diferencial (CLTD)

El método de cargas por temperatura diferencial (*Cooling Load Temperature Difference* – CLTD por sus siglas en inglés) es un procedimiento establecido por

¹⁷ Evelyn Catalina Vallejo Coral, "Determinación de CLTD para..." ...; 15.

¹⁸ Evelyn Catalina Vallejo Coral, "Determinación de CLTD para..." ...; 15-16.

ASHRAE que permite determinar las cargas de enfriamiento las cuales a su vez permiten seleccionar la capacidad del sistema de aire acondicionado requerido. En ese sentido: Los factores CLTD para superficies exteriores (paredes y techos) al ser multiplicados por el coeficiente global de transferencia de calor y el área correspondiente permiten determinar la carga de enfriamiento generada a causa del calor ganado a través del elemento analizado¹⁹. Con respecto a este último, es pertinente destacar que dichos valores estándar de los factores CLTD (Para mayor detalle acerca de las condiciones bajo las cuales se determinaron los valores estándar de CLTD, ver: «Anexo 1. Condiciones estándar ASHRAE para determinar valores CLTD») deben ser corregidos en función a las condiciones climatológicas del lugar de intervención, ya que, los valores de CLTD están en función de la temperatura ambiental y la radiación solar específicas de cada ubicación geográfica.

Para estimar la ganancia calorífica por conducción según tipo de superficie externa, el método CLTD, considera las siguientes variantes:²⁰

- Para estimar la ganancia calorífica por conducción a través de techos; es decir, para calcular la transferencia de calor (Q) a través de techos expuestos al sol, se utiliza la siguiente ecuación:

$$Q = U \times A \times CLTD \dots\dots\dots (EC 1)$$

$$CLTD_{CORR} = \left[(CLTD + LM) \times K + (78 - T_R) + (T_0 - 85) \right] \times f \dots\dots\dots (EC 2)$$

Donde:

¹⁹ Evelyn Catalina Vallejo Coral, “Determinación de CLTD para...” ...; 15.

²⁰ Agustín Valverde G. y Mario Álvarez Guerra, “Método de cálculo computarizado para la determinación de las cargas térmicas de refrigeración, aire acondicionado y selección de equipos” (Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira, 2014), 128-129.

- Q:** Carga de calor sensible (BTU/h).
- U:** Coeficiente total de transferencia de calor (BTU/h x pie² x °F).
- A:** Área calculada de planos arquitectónicos (pie²).
- CLTD:** Carga de enfriamiento de diferencial de temperatura basada en las condiciones para techos. (°F).
- CLTDCORR:** Carga de enfriamiento de diferencial de temperatura corregida, basada en las condiciones para techos.
- LM:** Corrección mensual de latitud en techos.
- K:** Factor de corrección o ajuste de color.
- (78 – TR):** Corrección de temperatura interior (°F).
- (T₀ – 85):** Corrección de temperatura exterior (°F).
- f:** Factor de ventilación.

- Para estimar la ganancia calorífica por conducción a través de paredes; es decir, la transferencia de calor (Q) a través de paredes expuestas al sol, se realiza a partir de la siguiente ecuación:

$$Q = U \times A \times CLTD \dots\dots\dots (3)$$

Donde:

- Q:** Carga de calor (BTU/h).
- U:** Coeficiente de transferencia de calor total (BTU/h x pie² x °F).
- A:** Área calculada de planos arquitectónicos (pie²).
- CLTD:** Carga de enfriamiento de diferencial de temperatura basada en las condiciones para paredes. (°F).

2.2.5.2 Cargas por factores de enfriamiento (CLF)

El método de cargas por factores de enfriamiento (*Cooling Load Factor* – CLF por sus siglas en inglés) es un procedimiento establecido por ASHRAE que permite determinar la carga solar a través de ventanas y la carga térmica a causa de fuentes de calor internas.

Para estimar la ganancia calorífica por conducción según tipo de superficie externa, referido principalmente a las ventanas y puertas expuestas al sol, el método CLF, considera:²¹

Estimar la ganancia calorífica por conducción y la ganancia calórica por radiación solar a través de puertas y ventanas, se utiliza la siguiente ecuación:

$$Q = U \times A \times CLTD \dots\dots\dots (EC 4)$$

$$Q = A \times SC \times SHGF \times CLF \dots\dots\dots (EC 5)$$

Donde:

- Q:** Carga de calor (BTU/h).
- U:** Coeficiente total de transferencia de calor (BTU/h x pie² x °F).
- A:** Área calculada (pie²).
- CLTD:** Carga de enfriamiento de diferencial de temperatura basada en las condiciones para paredes. (°F).
- SC:** Coeficiente de sombreado por combinación del tipo de vidrio y tipo de sombreado.
- SHGF:** Máximo ganancia de calor por especificaciones de orientación de superficie.
- CLF:** Factor de carga de enfriamiento para vidrios con o sin sombreado interior.

Por otro lado, para estimar la ganancia calorífica del sistema de alumbrado, se utiliza la siguiente ecuación:

$$Q_s = 3.41 \times q_i \times F_a \times F_s \times CLF \dots\dots\dots (EC 6)$$

Donde:

- Q_s:** Carga de calor sensible (BTU/h).
- 3.41:** Factor de conversión de BTU/h a Watt.
- q_i:** Vatiage total de lámparas.
- F_a:** Fracción de uso.
- F_s:** Valores del factor de previsión especial para luces fluorescentes.
- CLF:** Factor de carga de enfriamiento para iluminación.

²¹ Agustín Valverde G. y Mario Álvarez Guerra, "Método de cálculo computarizado para la determinación de las cargas térmicas de refrigeración, aire acondicionado y selección de equipos" ...; 129-130.

Para estimar la ganancia calorífica por persona, se utilizan las siguientes ecuaciones:

$$Q_i = \frac{q_i}{Personas} \quad Q_s = \frac{q_s}{Personas} \times \# \text{ de Personas} \times CLF \dots\dots\dots (EC 7)$$

$$\dots\dots\dots (EC 8)$$

Donde:

Q_s: Carga de calor sensible (BTU/h).

$\frac{q_s}{Person}$: Ganancia de calor sensible instantánea por persona (BTU/h × Persona).

CLF: Factor de cálculo de calor sensible por personas.

Q_i: Carga de calor latente (BTU/h).

$\frac{q_i}{Person}$: Ganancia de calor latente instantánea por persona (BTU/h × Persona).

Para estimar la ganancia calorífica por aparatos y equipos de laboratorio, se utiliza las siguientes ecuaciones:

$$Q_s = q_s \times CLF \dots\dots\dots (EC 9)$$

$$Q_s = C_s \times q_r \times CLF \dots\dots\dots (EC 10)$$

$$Q_i = q_i \dots\dots\dots (EC 11)$$

Donde:

Q_s: Carga de calor sensible (BTU/h).

q_s: Ganancia de calor sensible por aparato (BTU/h).

CLF: Factor de carga de calor sensible para equipos.

C_s: Coeficiente para aparatos y ciertos equipos de laboratorio.

q_r: Ratio de manufactura (BTU/h).

Q_i: Carga de calor latente (BTU/h).

q_i: Ganancia de calor latente por aparato (BTU/h).

Para estimar la ganancia calorífica por equipos (motores), se utiliza la siguiente ecuación:

$$Q_s = A, B, C \times F_l \times CLF \dots\dots\dots (EC 12)$$

Donde:

Q_s: Carga de calor sensible (BTU/h).

A, B o C: Ganancia de calor de los motores eléctricos típicos (BTU/h).

F_i: Factor de carga.

CLF: Factor de carga de calor sensible para equipos.

2.3 Definición Conceptual de la Terminología Empleada

En lo que prosigue se presentan la definición de las variables e indicadores así como de términos usados recurrentemente en el informe de investigación. Las definiciones fueron tomadas de los glosarios de términos presentados en el “Manual Técnico Valycontrol”²², el “Reglamento Nacional de Edificaciones”²³, Ministerio de Salud. Infraestructura y equipamiento de los establecimientos de salud del primer nivel de atención: “Norma técnica de salud N° 113-MINSA/DGIEM”²⁴. Lima: Dirección General de Infraestructura, Equipamiento y Mantenimiento -- MINSA, 2015.y el “Manual de ingeniería Frigus Bohn”²⁵.

Acondicionador de aire: Dispositivo utilizado para controlar la temperatura, humedad, limpieza y movimiento del aire en el espacio acondicionado, ya sea para confort humano o proceso industrial.

Aire acondicionado: Control de la temperatura, humedad, limpieza y movimiento de aire en un espacio confinado, según se requiera, para confort humano o

²² VALYCONTROL, S.A. DE C.V., *Manual Técnico Valycontrol* (Guadalajara: Imprejal, S. A. De C. V., 1996), 262-284.

²³ Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, *Reglamento Nacional de Edificaciones* (Lima: SENCICO, 2006).

²⁴ Ministerio de Salud, *Infraestructura y equipamiento de los establecimientos de salud del primer nivel de atención: Norma técnica de salud N° 113-MINSA/DGIEM* (Lima: Dirección General de Infraestructura, Equipamiento y Mantenimiento -- MINSA, 2015).

²⁵ FRIGUS BOHN S.A. DE C.V, *Manual de ingeniería Frigus Bohn* (México: Autor, 2005), 1.

proceso industrial. Control de temperatura significa calentar cuando el aire está frío, y enfriar cuando la temperatura es muy caliente.

Aire acondicionado de confort: Control simultáneo de todos o por lo menos los primeros tres de los siguientes factores, que afectan las condiciones físicas y químicas de la atmósfera dentro de una estructura para el confort humano; temperatura, humedad, movimiento, distribución, polvo, bacterias, colores, gases tóxicos o ionización, la mayoría de los cuales afectan en mayor o menor grado la salud o confort humano.

Aire de impulsión o inyección: aire tratado y conducido a los locales; es decir, aquel aire por lo general filtrado que se introduce en los ambientes acondicionados.

Aire Estándar: Aire que pesa alrededor de 0.075 lb/ft³ el cual es aire muy cercanamente a 68°F de bulbo seco y 50% de humedad relativa a una presión barométrica de 29.92 pulgadas de mercurio de aproximadamente 70°F de aire seco a la misma presión.

Aire exterior: aire tomado de la atmósfera libre o medio ambiente.

Aire Extraído: Viene a ser el aire extraído del interior del ambiente y si el ambiente posee elementos químicos, virus, bacterias, entre otros, dicho aire debe ser tratado para ser eliminado y luego ser vertido al medio ambiente.

Ambiente complementario: Es el lugar físico, donde se desarrolla un cierto número de actividades comunes que complementan al ambiente de la UPSS. Ejemplo: UPSS Consultorio Externo, el ambiente complementario es la sala de espera, servicios higiénicos, UPSS de Farmacia, el ambiente complementario es sala de espera área de limpieza.

Calor específico: Energía por unidad de masa requerida para producir que la temperatura, aumente un grado, generalmente BTU/lb °F numéricamente igual a cal/gr °C.

Calor latente: Calor caracterizado por el cambio de estado de la sustancia en estudio, para una presión dada y siempre a temperatura constante para una sustancia pura.

Calor sensible: Calor del cual es asociado con un cambio de temperatura, calor específico por cambio de temperatura, en contraste a un intercambio de calor en el cual ocurre un cambio de estado (calor latente).

Cambio de aire: Es la cantidad de aire que se escapa y que algunas veces es calculada considerando un cierto número de cambios de aire por hora para cada cuarto, el número de cambios considerados depende del tipo, uso y ubicación del cuarto. Es la introducción de aire nuevo, limpio o recirculado en un espacio acondicionado, medido por el número completo de cambios por unidad de tiempo.

Cargas térmicas latentes: las que van a originar una variación en la humedad absoluta del ambiente (contenido de agua en el aire).

Cargas térmicas sensibles: aquellas que van a originar una variación en la temperatura del aire.

Climatización: Consiste en mantener automáticamente durante un período de tiempo, los valores máximos y mínimos de temperatura y humedad de aire en un ambiente del establecimiento de salud, dentro de los valores establecidos.

Desaereación: Acto de separar el aire de las sustancias, es decir, técnica para la obtención de aire puro.

Deshumidificación: Condensación del vapor de agua del aire por enfriamiento abajo del punto de rocío, o remoción del vapor de agua del aire por métodos físicos o químicos.

Deshumidificador: Dispositivo usado para remover la humedad del aire.

Ducto: Un ducto es una tubería. Aunque por sus características suele emplearse para el transporte de fluidos, en algunos casos puede servir para conducir otra clase de productos, como cereales o cemento.

Enfriamiento de confort: Es la refrigeración para el confort opuesta a la refrigeración que se usa para el almacenamiento.

Evaporador: Componente del mecanismo de un sistema de refrigeración, en el cual, el refrigerante se evapora y absorbe calor. El evaporador es la parte de un sistema de refrigeración en el cual el refrigerante líquido es vaporizado para producir refrigeración.

Filtro: Dispositivo para remover partículas extrañas de un fluido.

Filtro de carbón: Filtro de aire, que utiliza carbón activado como agente limpiador.

Filtro electrostático: Para limpiar aire, tipo de filtro que da a las partículas una carga eléctrica. Esto causa que las partículas sean atraídas a una placa para que sean removidas del aire.

Humedad: Vapor de agua presente en el aire atmosférico.

Humedad relativa: Relación entre la cantidad de vapor de agua que tiene una masa de aire y la máxima que podría tener.

Infiltración: Paso del aire exterior hacia el edificio, a través de ventanas, puertas, grietas, etc.

Instalación de climatización: es la que puede mantener automáticamente durante todo el año los valores máximos y mínimos de la temperatura y la humedad del aire de un local dentro de valores prescritos.

Limpiador de aire: Dispositivo utilizado para remover impurezas producidas en el aire.

Punto de Rocío: El punto de rocío o temperatura de rocío es la más baja temperatura a la que empieza a condensarse el vapor de agua contenido en el aire, produciendo rocío, neblina, cualquier tipo de nube o, en caso de que la temperatura sea lo suficientemente baja, escarcha.

Retorno de aire: Aire que regresa de un espacio refrigerado o acondicionado.

Temperatura: Intensidad de calor o frío, tal como se mide con un termómetro. La temperatura mide la velocidad del movimiento de las moléculas.

Temperatura exterior de bulbo seco: Temperatura en el exterior del ambiente medida con un termómetro convencional cuyo bulbo se encuentra seco.

Temperatura interior de bulbo seco: Temperatura en el interior del ambiente o local medida con un termómetro convencional de mercurio o similar cuyo bulbo se encuentra seco.

Unidad de CFME: Es una unidad de caudal en $\text{Pie}^3/\text{minuto}$, el cual es el parámetro de medición del flujo de aire en las rejillas de inyección y extracción dentro de los ambientes del establecimiento de salud.

Ventilación: Flujo de aire forzado, por diseño, entre un área y otra.

Ventilación mecánica: el procedimiento controlado de renovación de aire en locales cerrados, mediante elementos y dispositivos electromecánicos, a diferencia de la ventilación natural variable y aleatoria.

Zona de confort: Área sobre una carta psicrométrica, que muestra las condiciones de temperatura, humedad, y algunas veces, el movimiento del aire, en que la mayoría de la gente se siente confortable.

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

3.1 Tipo y Diseño de investigación

La investigación es del tipo explicativa ya que mediante la propuesta de un sistema de climatización de aire filtrado, explica el comportamiento climático que tendrá el área de preparación del Servicio de Farmacia de Producción del Hospital Nacional Guillermo Almenara Irigoyen.

El diseño utilizado en la investigación corresponde al PRE experimental, esto en el sentido de que se diseñó un sistema de climatización de aire filtrado de un área específico de intervención y se proveyó la funcionalidad de dicho diseño; sin manipular las variables, pero si simulándolas.

3.2 Población y Muestra

La población objeto de investigación estuvo conformada por los laboratorios o áreas de preparación de servicio de farmacia de los hospitales de Lima Metropolitana.

La muestra se determinó de forma no probabilística e intencionada y la conformó el área de preparación del Servicio de Farmacia de Producción del Hospital Nacional Guillermo Almenara Irigoyen. La elección intencionada del nosocomio excluyó automáticamente a los miembros de la población.

3.3 Hipótesis

Conociendo la carga de enfriamiento total que demanda el sistema de climatización de aire filtrado para el área de preparación del Servicio de Farmacia de Producción del Hospital Nacional Guillermo Almenara Irigoyen, se sienta las

bases para el posterior diseño e implementación de un sistema de climatización para dicha área.

3.4 Variables – Operacionalización

Variable independiente (Variable X): Características del ambiente a climatizar.

Condiciones exteriores:

X₁: Humedad.

X₂: Presión externa.

X₃: Temperatura externa.

Dimensiones del ambiente:

X₄: Largo.

X₅: Ancho.

X₆: Altura.

Dimensiones de las puertas:

X₇: Altura de las puertas.

X₈: Ancho de las puertas.

Dimensiones de las superficies acristaladas:

X₉: Altura de las ventanas.

X₁₀: Ancho de las ventanas.

Aspectos funcionales del ambiente:

X₁₁: Número de personas que laborarán en el ambiente.

X₁₂: Iluminación.

X₁₃: Cargas generadas por equipos electrónicos.

Variable dependiente (Variable Y): Cargas térmicas.

Cargas térmicas debido a factores de enfriamiento CLTD:

Y₁: Carga térmica a través de techo.

- Y₂:** Carga térmica a través de piso.
- Y₃:** Carga térmica a través de pared norte.
- Y₄:** Carga térmica a través de pared sur.
- Y₅:** Carga térmica a través de pared este.
- Y₆:** Carga térmica a través de pared oeste.
- Y₇:** Carga térmica a través de puerta.
- Y₈:** Carga térmica por conducción a través de ventana.

Cargas térmicas debido a factores de enfriamiento CLF:

- Y₉:** Carga térmica por radiación a través de ventana.
- Y₁₀:** Carga térmica debido a luces.
- Y₁₁:** Carga sensible debido a personas.
- Y₁₂:** Carga latente debido a personas.
- Y₁₃:** Carga sensible debido a aparatos y/o equipos.
- Y₁₄:** Carga latente debido a aparatos y/o equipos.
- Y₁₅:** Carga térmica debido a equipos (motores).

3.5 Métodos y Técnicas de investigación

El método utilizado en la presente investigación fue el diseño con propósitos específicos; para tal efecto tuvimos en consideración los lineamientos establecidos en el Método de climatización ASHRAE CLTD/CLF.

Las técnicas utilizadas para la recolección de datos fueron la observación *in situ*, la medición de condiciones climatológicas del entorno de intervención y el análisis documentario de los planes de desarrollo del Hospital Nacional Guillermo Almenara Irigoyen.

3.6 Descripción de los Instrumentos Utilizados

Los instrumentos de recolección de datos fueron los concordantes con cada una de las técnicas antes señaladas, en tal sentido se utilizaron la guía para la observación, la ficha de registro de mediciones y la guía para el análisis documentario de los planes de desarrollo del Hospital Nacional Guillermo Almenara Irigoyen.

3.7 Análisis Estadístico e interpretación de los datos

Para el análisis de datos de la presente investigación se utilizaron las técnicas estadísticas descriptivas, esto con la finalidad de interpretar la demanda de calor por el local intervenido diferenciando el día del año, es decir, para interpretar la tendencia en la variación de las cargas térmicas debido a los diferenciales de carga térmica (CLTD) y a los factores de enfriamiento (CLF); conforme se transita desde una estación cálida (verano) hacia una estación frígida (invierno).

CAPÍTULO IV: PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN

4.1 Contexto de Intervención

Con respecto a las condiciones generales ambientales de Lima, las cuales son variables pero dentro de un rango específico, Miranda & Chávez²⁶ citando diversas fuentes, destacan las siguientes:

- Lima es considerada la segunda ciudad metropolitana más seca del planeta después de El Cairo en Egipto.
- La aridez domina el paisaje de Lima, esto debido a la escasez de lluvias (9mm /año) en todas sus estaciones así como el bajo caudal de sus ríos, la mayoría estacionales.
- Lima es de clima semicálido y húmedo, aunque considerada con condiciones moderadas de humedad.
- La temperatura de la ciudad de Lima tiene una media anual entre 18.6°C y 19.8°C con una máxima histórica de 34°C y la más baja registrada de 5°C.
- La precipitación se produce en las cuencas altas con unos 600 a 400mm por año (Rímac, 1,000 mm/año), pero en la cuenca baja solo llueve 9 mm al año.
- La humedad es de 85 % en los distritos costeros, de 81% en el centro y 80% en Lima Este.

²⁶ Liliana Miranda Sara y Sandro Chávez, "Perfil y escenarios climáticos de Lima Metropolitana". *Actualidad Gubernamental*, núm. 50, (diciembre, 2012): XIII-4.

- Los vientos predominantes son de sur a norte, de 5 a 4 m/s, con vientos costeros o brisas marinas. La temperatura del mar es en promedio de 20°C en verano y 15°C en invierno.

También, con respecto al clima, la Municipalidad de Lima Metropolitana²⁷ destaca las siguientes condiciones:

- La Provincia de Lima tiene un clima que se caracteriza por dos estaciones bien marcadas: el invierno y el verano: En los meses del invierno, de mayo a noviembre, la temperatura oscila entre 14°C y 18°C.
- Aunque el clima invernal parece suave, durante el invierno la alta humedad atmosférica produce una sensación mayor de frío.
- El litoral de la ciudad se cubre de una constante nubosidad y se ocurren intermitentes lloviznas o garúas.
- A pesar de la alta humedad atmosférica, las lluvias son escasas, teniendo un promedio de 0 a 10mm al año.
- En verano, entre los meses de diciembre y abril, el clima es soleado y agradable, con cielos predominantemente despejados: la humedad atmosférica disminuye y las temperaturas oscilan entre 20° C y 28° C.
- El clima de la ciudad de Lima es muy particular, debido a que se caracteriza por presentar los días menos soleados de toda la franja costera a lo largo de todo el año.

Por otro lado, referido a la configuración política y administrativa del Perú, el contexto de intervención se da dentro de la provincia de Lima, la cual junto a la provincia constitucional del Callao (en términos de centros urbanos), conforman la

²⁷ Municipalidad de Lima Metropolitana, Plan Regional de Desarrollo Concertado..., 29.

zona denominada como Lima Metropolitana. En cuanto a la provincia de Lima, se tiene que esta:

“[...] se localiza en la costa central del Océano Pacífico y en la parte central y occidental del departamento de Lima. Se ubica geográficamente entre las latitudes 11° 45' y 12° 24' Sur y la longitud 76° 40' y 77° 10' Oeste a una altitud que varía entre 0 y 850 metros sobre el nivel del mar. En línea hacia el Este, corresponde a los niveles que van desde la orilla del mar hasta el distrito de Lurigancho (Chosica).

La Provincia de Lima limita por el Norte con la Provincia de Huaral; al Este con las Provincias de Canta y Huarochirí; al Sur con la Provincia de Cañete; y al Oeste con la Provincia Constitucional del Callao y el Océano Pacífico.”²⁸

A nivel distrital, para ubicar el contexto de intervención nos remitiremos al distrito de La Victoria, distrito que tiene un área territorial de 8.74 Km².

Por otro lado, antes de iniciar con el desarrollo de la propuesta, se debe poner en contexto la propuesta de intervención tanto en forma general o términos institucionales (Hospital Nacional Guillermo Almenara Irigoyen), como en un contexto de intervención específica (Unidades Productoras de Servicios de Salud – UPSS del hospital en el cual se realizará la intervención propiamente dicha.

La propuesta se encuentra circunscrita al Hospital Nacional Guillermo Almenara Irigoyen ubicado en la provincia de Lima, distrito de La Victoria, teniendo como dirección: Av. Miguel Grau N° 800. “El área física del hospital fue construida sobre

²⁸ Municipalidad de Lima Metropolitana, Plan Regional de Desarrollo Concertado de Lima (2012-2025) (Lima: Instituto Metropolitano de Planificación, 2012), 25-26.

13,204 m² que añadidas al área libre de 28,842 m² (ocupada por jardines, pasajes y espacios abiertos) suman un área de 42,064.37 m²²⁹. Ya en el contexto presentado (*supra*), en los apartados que prosiguen se presenta una descripción de los contextos de intervención institucional tanto general como específico.

4.1.1 Contexto de intervención general

El Hospital Nacional Guillermo Almenara Irigoyen - HNGAI, llamado antiguamente Hospital Obrero, es un centro hospitalario público peruano situado en Lima y administrado actualmente por el Seguro Social de Salud - ESSALUD.

El nacimiento institucional del HNGAI está estrechamente relacionado con la implementación del seguro social obligatorio en el Perú; en efecto, fue en el segundo gobierno del general Óscar R. Benavides (El 12 de agosto de 1936), cuando se implementó el seguro social obligatorio el cual fue considerado como un gran paso que situaba al Perú entre los primeros países de Sudamérica en materia de previsión social.

Fueron los doctores Guillermo Almenara Irigoyen, Edgardo Rebagliati Martins y Juan José Calle, quienes integraron la Comisión encargada del proyecto de la Seguridad Social, que se concretó con la promulgación de la Ley N° 8433, mediante la cual se creó la Caja Nacional del Seguro Social Obrero. Dicha Ley fue ampliada posteriormente por la Ley que modificó la tasa de aportaciones a través de los cálculos de un primer ajuste matemático actuarial que estableció un

²⁹ Hospital Nacional Guillermo Almenara Irigoyen-IPSS, Proyecto de la Vulnerabilidad Sísmica en Hospitales del Perú: Hospital Nacional Guillermo Almenara Irigoyen (Lima: MINSA, ECHO, OPS-OMS, 1997), 9.

porcentaje de aporte de 3.5% del empleador, 1.5% el asegurado y un 1% el Estado, totalizando un 6% (Ley N° 8509, del 23 de febrero de 1937).³⁰

El Seguro Social en el Perú tuvo su inicio con la Ley 8433, que creó la Caja Nacional del Seguro Social Obrero (CNSSO), el 12 de agosto de 1936. Este seguro cubría los riesgos de desocupación, edad, enfermedad, invalidez y muerte. Correspondió al jurista Edgardo Rebagliati Martins, como gerente general de la Caja Nacional, poner en marcha la construcción de la Red Asistencial del Seguro Social Obrero, siendo el Hospital Mixto y Policlínico de Lima el primero en inaugurarse, el 8 de diciembre de 1940. Posteriormente cambió su nombre a Hospital Obrero, hoy Hospital Nacional Guillermo Almenara Irigoyen.³¹

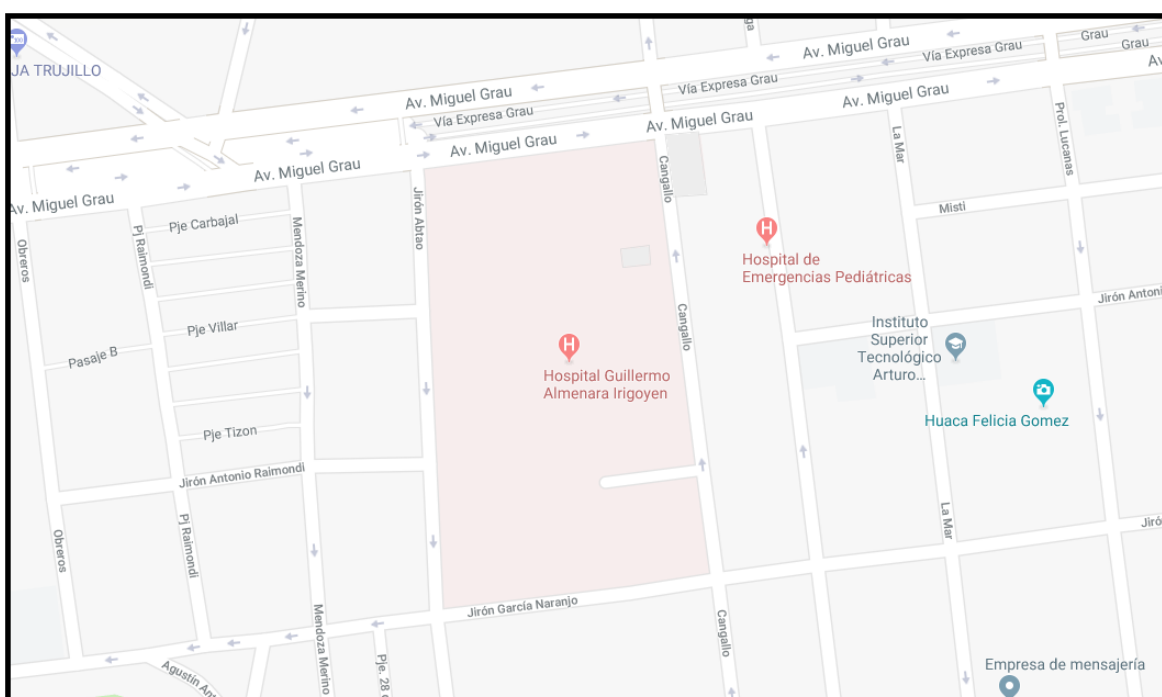


Figura 3. Plano de ubicación Hospital Nacional Guillermo Almenara Irigoyen.

³⁰ ESSALUD, *Memoria Anual 2012 del Seguro Social de Salud-EsSalud* (Lima: Oficina Central de Planificación y Desarrollo de ESSALUD, 2013), 10.

³¹ ESSALUD, *Memoria Anual 2013 del Seguro Social de Salud-EsSalud* (Lima: Oficina Central de Planificación y Desarrollo de ESSALUD, 2014), 10.

Fuente: Google Map Data (2018). [En línea].

En síntesis, el 10 de febrero de 1941 inició sus actividades el primer hospital de la Caja Nacional del Seguro Social, con el nombre de Hospital Mixto y Policlínico de Lima, y fue su primer director el Dr. Guillermo Almenara Irigoyen, posteriormente cambió su nombre a Hospital Obrero, hoy Hospital Nacional Guillermo Almenara Irigoyen; este último nombre lo ostenta a partir del año 1981.

En la actualidad, el Hospital Nacional Guillermo Almenara Irigoyen se encuentra ubicado en el mismo terreno donde iniciara sus actividades con otro nombre en 1941. En la figura que prosigue se presenta el plano de ubicación actual de dicho hospital.

4.1.2 Contexto de intervención específica

Para efectos de conocer el contexto de intervención específica de la propuesta se tuvo en consideración aspectos pertinentes con el área de intervención específica, el servicio de farmacia de producción, y la importancia que este tiene como parte del hospital. En el contexto acabado de señalar se tiene que, con el avance y descubrimiento de nuevos fármacos así como de nuevas técnicas y formas de tratamiento para las distintas patologías que se presentan en las personas, por ejemplo aquellas patologías que tienen su origen en el trabajo que desarrollan las personas, es que se crearon los denominados servicios de farmacia que se caracterizan constituir una unidad de servicio transversal dentro del servicio hospitalario.

En el ámbito referido a los servicios que presta el Hospital Nacional Guillermo Almenara Irigoyen, se tiene que dicho nosocomio cuenta con distintas especialidades dentro de los cuales se encuentra el departamento de preparación

de fórmulas y/o mezclas intravenosas –medicamentos- para ser suministrados a los pacientes que lo requieran. Para efectos de una eficiente labor de dicha unidad, se requiere que el ambiente de preparación cuente con las seguridades normativas para evitar cualquier tipo de contaminación que vaya en perjuicio de los usuarios, (pacientes y trabajadores); dentro de las cuales se encuentra la climatización del ambiente con aire 100% externo, puro y renovable. En ese sentido es que resultó siendo importante la propuesta de un “Sistema de Climatización de Aire filtrado para el Área de Preparación de Servicio de Farmacia de Producción del Hospital Nacional Guillermo Almenara Irigoyen”.

4.2 Línea Base de la Propuesta

La línea base de la propuesta se circunscribe a los requerimientos específicos y características propias de una Unidad Productora de Servicios de Salud – UPSS de un determinado hospital, en ese sentido se tendrá en cuenta las consideraciones que atañen específicamente a la UPSS sujeto a intervención. La Unidad Productora de Servicios de Salud de Farmacia – UPSS de Farmacia, se define como:

[...] la Unidad básica del establecimiento de salud organizada para dispensación, expendio, gestión de programación y almacenamiento especializado de productos farmacéuticos, dispositivos médicos (con excepción de equipos biomédicos y de tecnología controlada) y productos sanitarios que correspondan; así como Farmacotecnia y

Farmacia clínica, de acuerdo a su nivel de complejidad. No es exigible para establecimientos privados; puede ser tercerizado.³²

Con respecto a la ubicación de la UPSS de Farmacia dentro del hospital, se tiene que esta deberá ubicarse en el vestíbulo principal del establecimiento, en el trayecto normal de los pacientes que salen de la Consulta Externa y necesitan obtener las medicinas prescritas por los médicos. En el cuadro que prosigue se presentan los ambientes y subambientes de la UPSS de Farmacia dentro de la cual se encuentra el Área de Preparación de Servicio de Farmacia de Producción o subambiente de Dosis Unitaria, que es donde se realizan los procedimientos para la obtención de la cantidad física de un medicamento indicado por el profesional prescriptor.

Tabla 6. Ambiente y subambientes de la UPSS de Farmacia.

UPSS FARMACIA	
CARTERA DE SERVICIOS	AMBIENTE / SUB AMBIENTE
Dispensación de Medicamentos	<ul style="list-style-type: none"> Farmacia: <ul style="list-style-type: none"> - Farmacia de Consultorio Externo + Almacén - Área de Farmacotecnia + Fraccionamiento - Dosis Unitaria

Fuente: Ministerio de Salud, Norma técnica de salud para infraestructura y equipamiento de Establecimientos de Salud II-1 Y II-E (Lima: Dirección de Infraestructura, Equipamiento y Mantenimiento--MINSA, 2013), 50.

4.2.1. Características del local

4.2.1.1 Localización y distribución

El local sujeto a intervención es el correspondiente al Área de Preparación del Servicio de Farmacia de Producción del Hospital Nacional Guillermo Almenara

³² Ministerio de Salud, *Norma técnica de salud para infraestructura y equipamiento de Establecimientos de Salud II-1 Y II-E* (Lima: Dirección de Infraestructura, Equipamiento y Mantenimiento--MINSA, 2013), 50.

Irigoyen. Dicho local constituye uno de los subambientes o áreas de la UPSS de Farmacia de dicho hospital.

El local se encuentra en el Pabellón “A” del hospital, que ingresando por el pabellón principal colindante con la Av. Miguel Grau (sentido Norte-Sur), se encuentra inmediatamente después del mismo al lado derecho (Oeste). En Anexos (Ver: «Anexo 2. Características Estructurales de la Zona de Intervención») se presenta el plano general del hospital, pero con fines de ubicación del local intervenido, en la figura que prosigue se presenta el plano del Pabellón “A”.

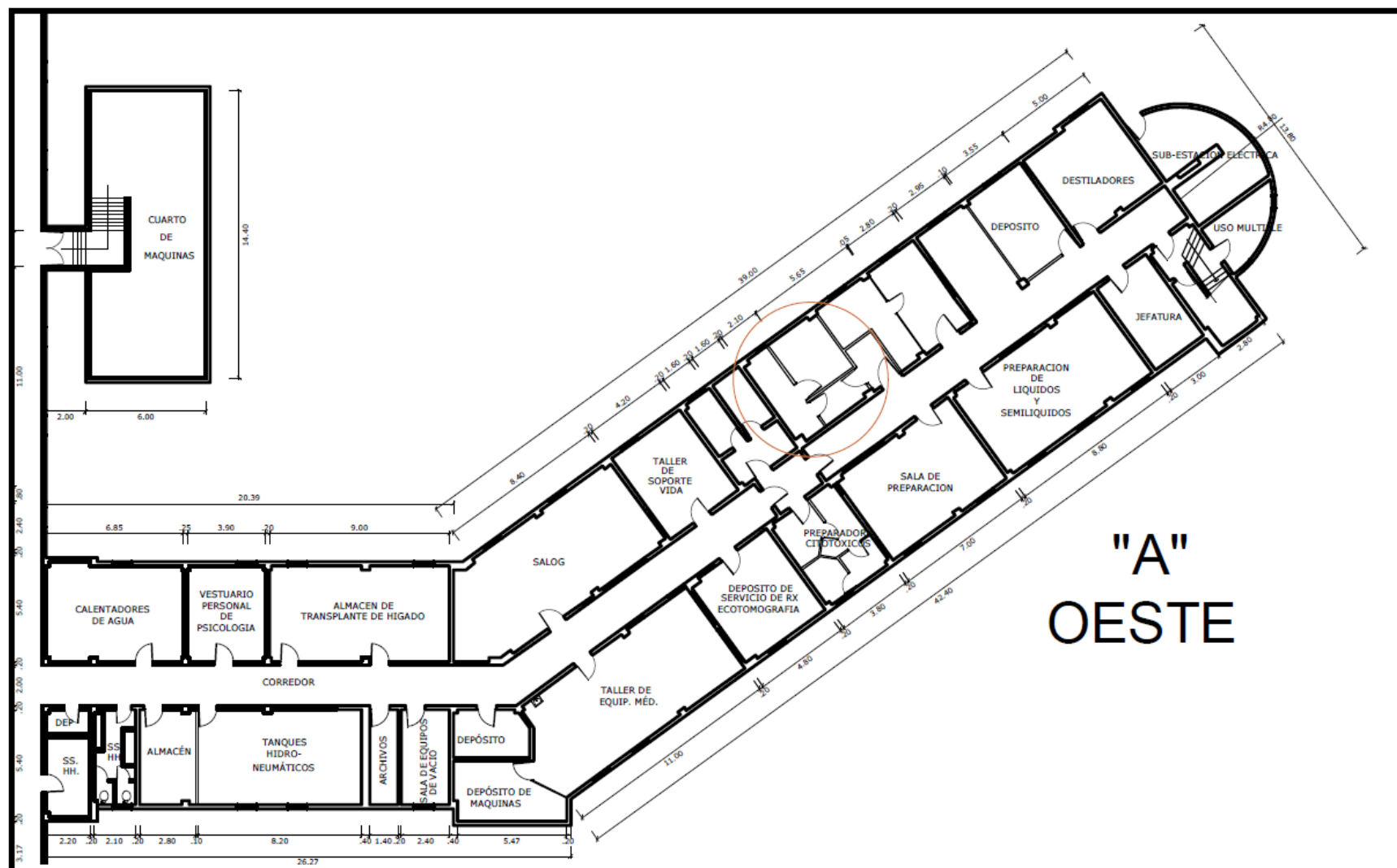


Figura 4. Plano del Pabellón "A" Oeste del H. N. Guillermo Almenara Irigoyen.

Fuente: Sección del Plano General del Hospital Nacional Guillermo Almenara Irigoyen.

4.2.1.2 Equipamiento y usos del local

DIMENSIONES DEL AMBIENTE: La circulación del aire se dará a lo largo de las paredes del local. El local intervenido presenta las siguientes dimensiones:

- Largo: 6.00m = 19.69 pies.
- Ancho: 5.60m = 18.37 pies.
- Altura: 2.90m = 9.51 pies.

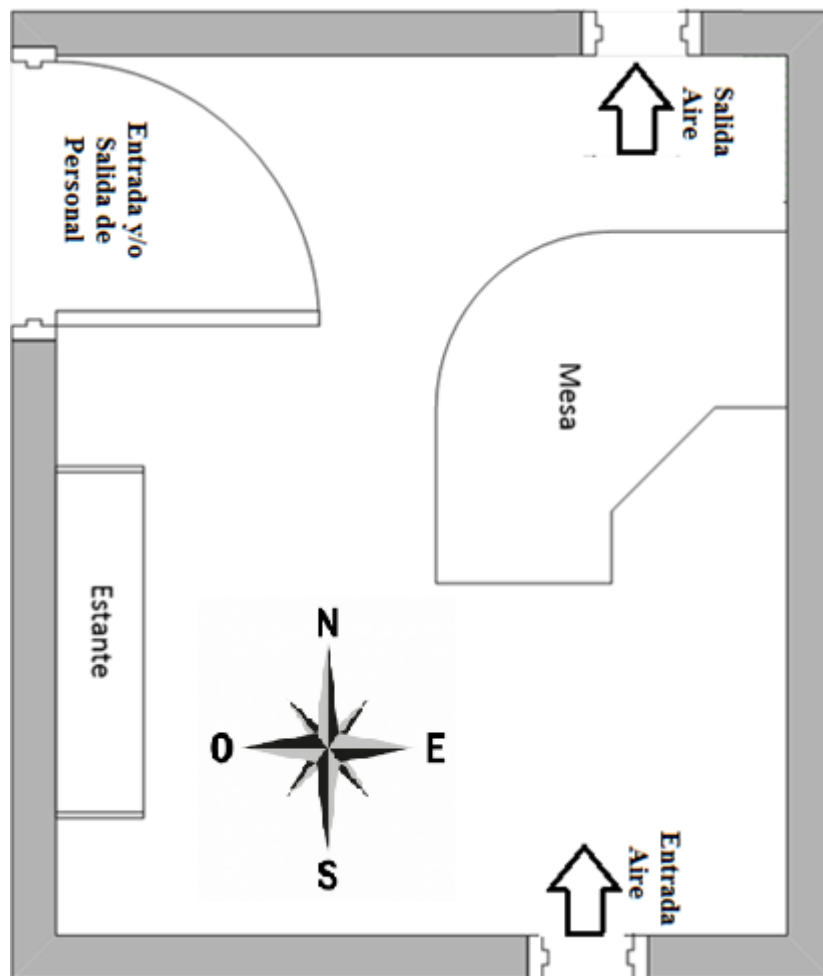


Figura 5. Esquema básico del local intervenido.

Fuente: Elaboración propia.

SUPERFICIE ACRISTALADAS Y VENTANAS: El ambiente cuenta con 2 ventanas con las siguientes dimensiones:

- Altura = 107cm = 3.51 pies.
- Ancho = 96.5cm = 3.17 pies.

PERSONAS: El número de personas que laborarán en el ambiente es:

$$N_p = 5$$

ILUMINACIÓN: El número de fluorescentes con que cuenta el ambiente es 12, y cada fluorescente tiene una potencia de 36 watts.

CARGAS GENERADAS POR EQUIPOS ELECTRÓNICOS E INFORMÁTICOS:

El ambiente cuenta con los siguientes equipos electrónicos, los cuales se muestran en el siguiente cuadro:

Tabla 7. Potencia de los equipos electrónicos e informáticos.

Cantidad	Equipo Electrónico	Potencia
1	Computadora de Escritorio (CPU, monitor, teclado, estabilizador y mouse)	350W
2	Campana de Flujo laminar (motor y fluorescentes)	290W

Fuente: Elaboración propia con datos de manuales de los equipos.

4.2.2 Solicitaciones térmicas del ambiente

Ya en el contexto de la propuesta antes señalada, vale decir, en un contexto de intervención propiamente dicho; se tiene que en la propuesta se distingue las condiciones o solicitudes que deben tenerse en cuenta con respecto a ventilación general en el laboratorio. Dichas condiciones en términos concordantes de las Notas Técnicas de Prevención (NTP) referidas a La ventilación general en el laboratorio, consideran las siguientes características específicas:³³

- *Situaciones termohigrométricas:* Con respecto a las condiciones termohigrométricas, es decir, referido a las condiciones físicas ambientales de temperatura, humedad y ventilación; se tuvo en claro que: en principio,

³³ Carlos Heras Cobo y Xavier Guardino Solá, "NTP 373: La ventilación general en el laboratorio". *Notas Técnicas de Prevención (NTP)* (Madrid: Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo, 2018), 1-2.

las situaciones más apartadas del confort termohigrométrico que pueden plantearse en el laboratorio vendrán determinadas por las condiciones externas y por determinadas instalaciones propias, tales como focos de calor debido a la CPU, monitor, teclado, estabilizador y mouse, de la computadora de escritorio; motor de la campana de flujo laminar, los fluorescentes, etc.

- *Focos de calor:* El sistema de aire acondicionado deberá ser capaz de disipar eficazmente la energía liberada por los distintos focos de calor existentes en el laboratorio, por ejemplo, estufas, motores, etc.
- *Sistemas de extracción:* Los sistemas de extracción localizada del laboratorio (vitricas de gases, cabinas de seguridad biológica, campanas), retiran al exterior un considerable volumen de aire del laboratorio; en ese sentido, se debe tener en cuenta que son muy considerables las pérdidas de energía (calor en invierno y frío en verano) que provocan las mencionadas extracciones, debiéndose prever los suministros adicionales de aire tratado que compensen tales pérdidas.
- *Renovación forzada:* Se implantara un sistema de suministro-extracción de aire, que armonizara con el adecuado funcionamiento de los sistemas de extracción o retirada de contaminantes (cabinas, vitricas, campanas, etc.); en ese sentido, en el diseño del sistema se distribuirán adecuadamente las impulsiones y las extracciones de aire, de modo que no existan zonas pobremente ventiladas. El sistema mixto, impulsión-retorno, deberá tener en cuenta tres factores:

- * La capacidad extractora debe ser ligeramente superior a la impulsora, de modo que el laboratorio se encuentre en depresión con respecto a áreas anexas.
- * Ambos sistemas, impulsión y retorno, deben entrar en funcionamiento simultáneamente.
- * Se dispondrá de un sistema de alarma o avisador que alerte del posible fallo de uno de los dos sistemas.

4.2.3 Tipo de sistema de climatización

Para efectos de establecer la línea base de la propuesta, se tuvieron en cuenta las siguientes premisas o consideraciones:

- Los métodos que se basan en las condiciones más críticas de la operación del sistema permiten conocer o estimar de forma sencilla, sin necesidad de programas computacionales avanzados, la capacidad requerida en el sistema de aire acondicionado; luego, el método CLTD es un procedimiento manual que permite aproximar la carga de enfriamiento correspondiente a: calor ganado conducción a través de paredes, ventanas y techos (carga de enfriamiento externa), calor ganado por radiación solar a través materiales de ubicados en ventanas y calor ganado por fuentes de calor interna.
- El método utilizado en la propuesta, en su forma general, considera los siguientes factores: CLTD (*Cooling Load Temperature Difference*) que permite determinar la carga de enfriamiento a causa del calor ganado a través de paredes, techos y vidrios expuestas al sol; CLF (*cooling load factor*) que permite determinar la carga solar a través de ventanas y la carga térmica a causa de fuentes de calor internas.

- Como se señalara anteriormente y se vuelve a recalcar, el método general o método de las funciones de transferencia (TFM), que es el método más aproximado al concepto de balance de calor, considera tres procedimientos: CLTD, CLF y SCL. De dichos procedimientos los utilizados en la propuesta fueron los dos primeros, CLTD y CLF, dejando de lado el método SCL.

4.2.4 Evaluación de la propuesta

Para efectos de no dar lugar a interpretaciones erróneas sobre el enfoque de la presente propuesta, es pertinente resaltar que el Área de Preparación de Servicio de Farmacia de Producción o Dosis Unitaria se concibe como el ambiente donde se realizan los procedimientos para la obtención de la cantidad física de un medicamento indicado por el profesional prescriptor como una dosis de tratamiento para un paciente; luego, el almacén para la conservación de los medicamentos envasados en dosis unitaria, contarán con equipos adecuados con sensores para el control y registro de las condiciones ambientales de temperatura de 2° a 8° C.³⁴

La propuesta se evaluó desde una perspectiva técnica teniendo en cuenta la factibilidad que esta tiene de ser implementada en términos de confort de los ocupantes y no enfocada en la conservación de los medicamentos que exige su propio diseño específico; en ese sentido, la propuesta cumplirá con su propósito si logra la adaptación climática del local sujeto a intervención a las siguientes condiciones funcionales:

- 21°C de temperatura durante todo el año.

³⁴ Ministerio de Salud, *Norma técnica de salud para infraestructura y equipamiento de Establecimientos de Salud II-1 Y II-E* (Lima: Dirección de Infraestructura, Equipamiento y Mantenimiento--MINSA, 2013), 51.

- 30-40% de humedad relativa en invierno.
- 40-50% de humedad relativa en verano.

CAPÍTULO V: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

5.1 Resultados

El local sujeto a intervención a través de la propuesta fue el perteneciente al área de farmacia del Hospital Nacional Guillermo Almenara Irigoyen, y dentro de este, el área de preparación de servicio de farmacia de producción. El área total del local es de 33.6 metros cuadrados ubicados en el “Pabellón A – Oeste” del Hospital Nacional Guillermo Almenara Irigoyen.

Para efectos del diseño preliminar y la selección de equipos y materiales se requirieron los datos de las condiciones ambientales en La Victoria - Lima, los cuales fueron las condiciones exteriores del área de intervención; dichas condiciones fueron derivadas de las condiciones generales ambientales para Lima presentadas en el capítulo anterior y también de los datos climatológicos específicos de cada día de intervención (Ver: Anexo 3).

Tabla 8. Datos climatológicos del lugar de intervenido.

Condiciones de Intervención	Invierno	Verano
Localización del Proyecto	La Victoria	La Victoria
Hora de Cálculo	13:00	11:00
Día y Mes de Cálculo	Lunes 18 de junio	Jueves 25 de enero
Latitud	12° 2' 35" S.	12° 2' 35" S.
Longitud	77° 1' 42" O.	77° 1' 42" O.
Elevación	133 m.s.n.m.	133 m.s.n.m.
Humedad Relativa	30-40%	40-50%
Temperatura de diseño	69.8°F (21°C)	69.8°F (21°C)
Temperatura Exterior de Bulbo Seco	61.5°F (16.4°C)	80.8°F (27.1°C)
Temperatura Interior de Bulbo Seco	60.1°F (15.6°C)	79.3°F (26.3°C)
Máxima Temperatura Exterior	64.4°F (18°C)	82.4°F (28°C)
Mínima Temperatura Interior	59.0°F (15°C)	68.0°F (20°C)
Velocidad máxima exterior del aire	18Km /h	18Km /h
Presión barométrica	762mmHg (1 bar)	762mmHg (1 bar)

Fuente: Elaboración propia.

En lo que prosigue se detalla el procedimiento establecido por ASHRAE que permitió el cálculo tanto de las cargas por temperatura diferencial (CLTD) como de las cargas por factores de enfriamiento (CLF).

5.1.1 Cálculo de las cargas térmicas por temperatura diferencial (CLTD)

El cálculo de las cargas por temperatura diferencial (CLTD), consideró las cargas debido a la diferencia de temperatura interior y exterior del local o recinto. Algunas consideraciones generales asumidas como premisas previas al cálculo de las cargas térmicas, son las siguientes:

- Para los cálculos de la ganancia calorífica por conducción a través de los elementos constructivos, se asumió la temperatura externa igual a la de los ambientes colindantes (por ejemplo, ambiente por encima del techo del recinto, pasadizos, etc.); y está, igual a la temperatura del aire exterior.
- Las columnas sin revestimiento o tarrajeo son de 30x40cm (0.98x1.31pies), y, el espesor de la pared es de 4 pulgadas (0.33 pies sin revestimiento). El tarrajeo (Repello) es de 1 pulgada en cada cara.
- La transferencia de calor a través de las paredes, techo, piso y demás elementos de una construcción es a través de los elementos constructivos se da en forma horizontal (en las paredes) o vertical (en el techo y piso); luego, la transferencia de calor es a través de los elementos, desde una capa de aire de un lado de los materiales sólidos hacia la otra capa de aire del otro lado. Además, es de destacar que el elemento constructivo está constituido frecuentemente de capas de diferentes materiales.
- El coeficiente global de transferencia de calor “U”, se extrajo de las tablas existentes para los diferentes de materiales de construcción.

5.1.1.1 Cargas a través del techo

La configuración geométrica básica del techo del recinto es el presentado en la siguiente figura:

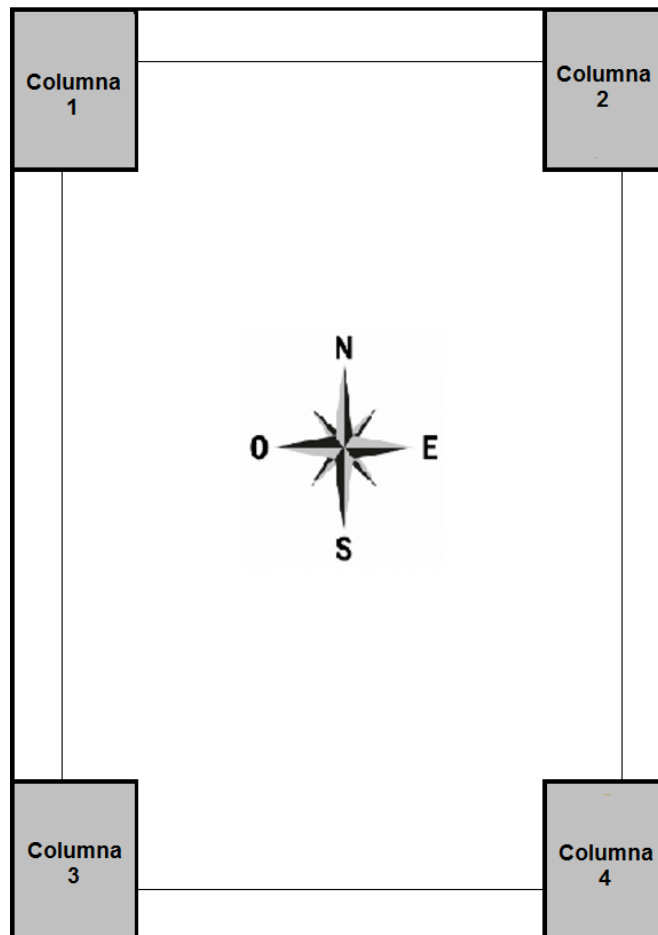


Figura 6. Vista de planta del techo Esquema básico del local intervenido.

Fuente: Elaboración propia.

Para calcular la transferencia de calor (Q) a través del techo del local (sótano), se utilizó la siguiente ecuación:

$$Q_T = U \times A \times CLTD_{\text{Corr.}} \dots\dots\dots (\text{EC } 13)$$

Donde:

Q_T : Carga de calor sensible del techo (BTU/h).

U : Coeficiente total de transferencia de calor (BTU/h x pie² x °F).

A : Área calculada de planos arquitectónicos (pie²).

$CLTD_{\text{CORR}}$: Carga de enfriamiento de diferencial de temperatura corregida, basada en las condiciones para techos.

La fórmula para el cálculo de la transferencia de calor (Q) a través del techo, exige la determinación de los siguientes factores:

- El coeficiente total de transferencia de calor se determinó teniendo en cuenta la tabla correspondiente (En anexos, ver: «Anexo 4. Cargas de enfriamiento para techos planos»), y, el tipo de Techo N° 12 de concreto pesado de 6 pulgadas sin aislamiento; obteniéndose: $U = 0.192 \text{ BTU/h x pie}^2 \text{ x } ^\circ\text{F}$.
- Asimismo, de la figura 5 tenemos que el área del techo es 33.6 m^2 , el cual es equivalente a 361.67 pie^2 . Pero de la figura 6 se tiene que debemos descontar el área de la sección de las paredes y una parte de la sección de las columnas; luego: $A = 340.38 \text{ pies}$.
- Dado que el valor de CLTD que aparece en la formula, para efectos del contexto de la evaluación específica es equivalente al valor de CLTD estándar contextualizado a las condiciones donde está ubicado el lugar de intervención; se tuvo en cuenta los valores que aparecen para el tipo de techo en tablas (En anexos ver: «Anexo 4. Cargas de enfriamiento para techos plano»).
- Ingresando a tabla presentado en Anexo 4, con el tipo de techo (Techo N° 12) y la hora solar (11:00 am), se obtuvo el siguiente valor: $\text{CLTD} = 18^\circ\text{F}$.

Seguidamente, teniendo en cuenta el valor de CLTD, previamente calculado, se procedió a calcular el CLTD corregido utilizando la fórmula que aparece en notas de tabla para cargas de enfriamiento para techos del “Manual ASHRAE”³⁵, expresado en grados Fahrenheit. Dicha fórmula es:

..... (EC 14)

³⁵ Robert A. Parsons, *ASHRAE HANDBOOK* (Atlanta, GA: ASHRAE Handbook Committee, 1997), 28.42.

$$CLTD_{Corr.} = CLTD + (78 - T_R) + (T_m - 85)$$

t_r = inside temperature

t_m = maximum outdoor

Donde:

CLTD: Carga de enfriamiento de diferencial de temperatura basada en las condiciones para techos (°F).

CLTD_{Corr.}: Carga de enfriamiento de diferencial de temperatura corregida, basada en las condiciones para techos.

T_R: Temperatura interior de diseño (°F).

T_m: Temperatura media del día (°F).

Teniendo en cuenta lo acabado de señalar determinamos el valor de CLTD_{Corr} para el local intervenido el día 25 de enero (Para mayores detalles sobre variación de temperaturas en dicho día, en anexos ver: «Anexo 3. Condiciones climáticas en Lima en los días de intervenidos»); para tal efecto se tuvo en cuenta que:

$$T_m = T_{max} - \left(\frac{T_{Max} - T_{Min}}{2} \right) \dots\dots\dots (EC 15)$$

Luego, reemplazando valores obtuvimos:

$$T_m = 28 - \left(\frac{28 - 20}{2} \right) = 24^{\circ}\text{C} = 75.2^{\circ}\text{F}$$

El valor calculado reemplazamos en la siguiente formula de la (EC 14):

$$CLTD_{Corr.} = CLTD + (78 - T_R) + (T_m - 85)$$

Obteniéndose:

$$CLTD_{Corr} = 18 + (78 - 69.8) + (75.2 - 85)$$

$$CLTD_{Corr} = 16.4^{\circ}\text{F}$$

Finalmente, reemplazando los valores calculados en la formula inicial para el cálculo de la carga del calor sensible en el techo, obtuvimos:

$$Q_T = 0.192 \times 340.38 \times 16.4$$

$$Q_T = 1\,071.79 \text{ BTU/h}$$

5.1.1.2 Carga a través del piso

Por tratarse de un local que forma parte del mismo sótano, se tuvo en cuenta que:

“La carga térmica a través de los pisos se considerarán solamente cuando exista sótanos o se calcule la carga térmica en pisos”³⁶. En efecto, al estar el piso del local cimentado en el suelo, la variación de temperatura es igual a cero, consecuentemente, la carga a través del piso (Q_{pi}) es igual a cero.

5.1.1.3 Cargas a través de las paredes

Previo a la estimación de la ganancia calorífica por conducción a través de paredes; es decir, antes de hallar la transferencia de calor (Q) a través de paredes expuestas al sol, se tuvo en consideración el tipo de pared y cada una de sus cuatro diferentes orientaciones. En ese sentido, la pared de bloque de concreto del laboratorio está conformado por las diferentes paredes cuyas orientaciones y áreas se detallan en el siguiente cuadro:

Tabla 9. Descripción geométrica de las paredes del recinto intervenido.

Nº pared	Dimensiones		Orientación		Superficie	
	Lado (m)	Altura (m)	Español	Inglés	m ²	pie ²
1	5.60	2.90	Norte (N)	North (N)	16.24	174.81
2	5.60	2.90	Sur (S)	South (S)	14.17	152.52
3	6.00	2.90	Este (E)	East (E)	17,40	187.29
4	6.00	2.90	Oeste (O)	West (W)	14,80	159.31

Fuente: Elaboración propia.

Notas:

- A la pared sur se le descontó el área de la 2 ventanas (2.07 m²).
- A la pared oeste se le descontó el área de la puerta (2.60 m², según recomendación de dimensiones mínimas para puertas en puestos de salud contenidas en el Reglamento Nacional de Edificaciones – RNE.

Con respecto a los materiales de las paredes, se tuvo en cuenta las siguientes características:

³⁶ Rodríguez y Díaz, “Determinación de las cargas térmicas...” ..., 75.

- Ladrillo común de 4 pulgadas (Aprox. 10cm).
- Revestimiento con agregado liviano de 1 pulgada (2.54cm), por lado.
- Los extremos de la pared están conformadas por una sección o parte de las columnas.

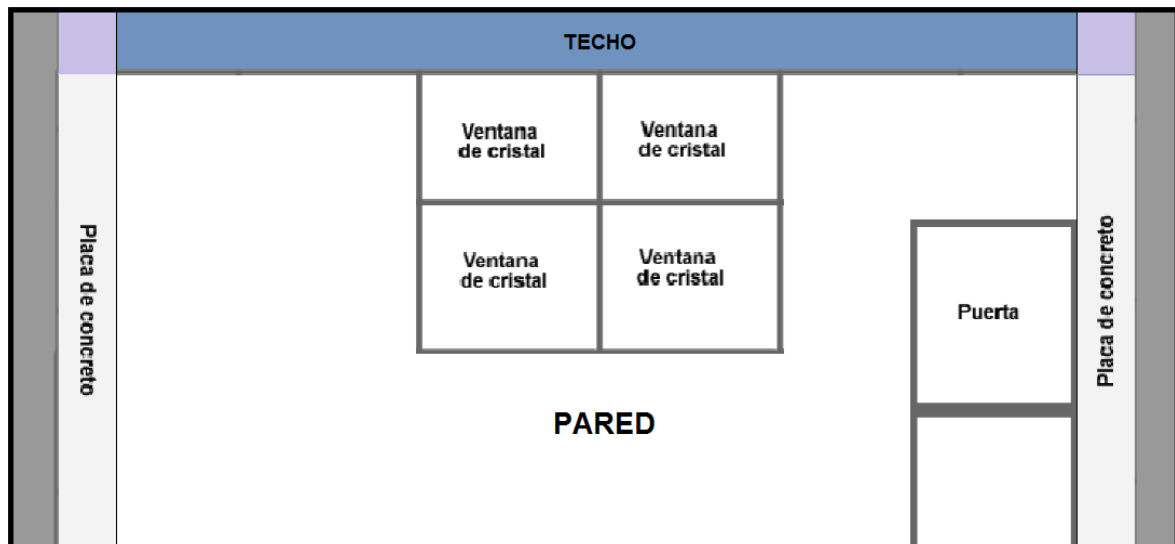


Figura 7. Esquema representativo de la vista de frente de la pared intervenida.

Fuente: Elaboración propia.

De la figura 7 se deduce que el área efectiva de la pared estuvo compuesto por el área de la pared propiamente dicho (pared de ladrillos), más dos veces el área de la sección de columna correspondiente a cada pared (placa de concreto), menos el área de puerta y/o ventanas según corresponda; luego, teniendo en cuenta la figura 5, asumimos las siguientes consideraciones para las áreas efectivas:

- Puerta norte: No asoleada, no tiene puerta ni ventana.
- Puerta sur: Asoleada, tiene dos ventanas.
- Puerta este: No asoleada, no tiene puerta ni ventana.
- Puerta oeste: No asoleada, tiene puerta.

De acuerdo a las consideraciones estructurales y orientación de las paredes, se estableció las siguientes áreas:

Tabla 10. Descripción de las áreas de las paredes del local intervenido.

Nº pared	Orientación	Áreas Sólidas		Áreas de Acceso	
		Ladrillo (pie ²)	Placa (pie ²)	Puerta (pie ²)	Ventana (pie ²)
1	Norte (N)	152.83	12.36	0	0
2	Sur (S)	130.55	12.36	0	22.28
3	Este (E)	159.10	18.64	0	0
4	Oeste (W)	131.11	18.64	27.99	0

Fuente: Elaboración propia.

El cálculo para estimar la ganancia calorífica por conducción a través de paredes, se realizó a partir de las siguientes ecuaciones:

$$Q_p = U \times A \times CLTD_{Corr.} \dots\dots\dots (EC 16)$$

$$CLTD_{Corr} = [(CLTD + LM)K + (78 - t_R) + (t_o - 85)]f \dots\dots\dots (EC 17)$$

Donde:

- Q_p:** Carga de calor en las paredes (BTU/h).
- U:** Coeficiente de transferencia de calor total (BTU/h x pie² x °F).
- A:** Área calculada de planos arquitectónicos (pie²).
- CLTD_{Corr}:** Carga de enfriamiento de diferencial de temperatura corregida, basada en las condiciones para las paredes (°F).
- LM:** Corrección mensual de latitud en pared.
- K:** Factor de corrección o ajuste de color.
- (78 – T_R):** Corrección de temperatura interior (°F).
- (T_o – 85):** Corrección de temperatura exterior (°F).
- f:** Factor de ventilación.

Para el cálculo del coeficiente total de transferencia de calor “U” en las paredes, se utilizó la siguiente formula:

$$U = \frac{1}{R_T} \dots\dots\dots (EC 18)$$

De acuerdo con la formula acabada de presentar, previo al cálculo del coeficiente global de transferencia de calor (U_T), debemos determinar la resistencia térmica

de los materiales de la pared (R_T); para tal efecto se siguió el procedimiento que se desarrolla a continuación.

- Se indagó acerca de los materiales de construcción o elementos que conforman las paredes del local intervenido, dichos elementos, son:
 - * Ladrillo común de 4 pulgadas.
 - * Tarrajeo o repello de concreto de 1 pulgada en cada una de las caras de la pared.
- Haciendo uso de tablas para determinar resistencia térmica externa (R_{Ex}) y resistencia térmica interna (R_{In}) de las paredes (En anexos ver: «Anexo 5. Valores de R para el aire según dirección del flujo de calor»), obtenemos los valores:
 - * Resistencia térmica externa, $R_{Ex} = 0.17$ (ingresando horizontalmente con 15mph verano y verticalmente no reflectivo).
 - * Resistencia térmica interna, $R_{In} = 0.94$ (ingresando horizontalmente con horizontal verano y verticalmente no reflectivo).
- Por otro lado, haciendo uso de tablas para valores de resistencia térmica de los materiales que conforman las paredes (En anexos ver: «Anexo 6. Resistencia térmica de los materiales que conforman las paredes»), para un ladrillo común se tiene una resistencia de 0.20 por pulgada; luego, para un ladrillo de 4 pulgadas se obtuvo: $R_L = 0.8$.
- En la misma tabla utilizada para el caso anterior se tiene para un repello de cemento con agregado de arena: $R_R = 0.2$ por pulgada.
- La resistencia térmica total de la pared es la suma directa de las resistencias determinadas, luego:

$$R_T = R_{Ex} + R_R + R_L + R_R + R_{In} \quad \dots\dots\dots (EC 19)$$

$$R_T = 0.17 + 0.2 + 0.8 + 0.2 + 0.94 = 2.31$$

- Finalmente, el coeficiente global de transferencia de calor (U), se calculó de la siguiente manera:

$$U = \frac{1}{2.31}$$

$$U = 0.433 \text{ BTU/h x pie}^2 \text{ x } ^\circ\text{F}$$

Para calcular los valores de CLTD corregidos según orientación de la pared, se tuvo en cuenta si la pared es asoleada o no. Luego, como las paredes norte, este y oeste no son asoleadas, el valor de CLTD corregido para dichas paredes coincide con el CLTD corregido para techos; consecuentemente para dichas paredes se tiene: $CLTD_{Corr} = 16.4^\circ\text{F}$. Por otro lado, para el caso de la pared sur (que si es asoleada) para la determinación del valor de CLTD corregido, se siguió el siguiente procedimiento:

- El factor CLTD, el cual teniendo en cuenta valores estándar de tablas (En anexos ver: «Anexo 7. Valores del Coeficiente CLTD según orientación de las paredes»), se determinó de la siguiente manera: en el grupo de pared D, entrando horizontalmente con la orientación S, y verticalmente con la hora 11:00, obtenemos el valor, $CLTD = 7$.
- El factor LM, el cual se calculó haciendo uso de tablas (En anexos ver: «Anexo 8. Tabla para corrección de CLTD por latitud y mes para paredes y techos»), interpolando entre latitud 8 y 16.

Mes: enero Orientación: S

8 → 10

12 → X

$$16 \rightarrow 12$$

Haciendo la interpolación obtuvimos:

$$1 = \frac{x - 10}{12 - x}$$

De donde se tiene que: $X = LM = 11$.

- El valor correspondiente al factor K se determinó de la siguiente manera:
En tablas presentadas en anexos (Ver: «Anexo 9. Procedimiento para determinar CLTD corregido»), se seleccionó el valor de corrección debido al ajuste para un color verde claro, correspondiéndole al factor de corrección o ajuste de color el siguiente valor: $K = 0.65$.
- El valor f para las paredes es equivalente al valor del factor de corrección para la ventilación de techo sin cielo raso; luego, de tablas (Ver: «Anexo 9. Procedimiento para determinar CLTD corregido») se obtuvo que el valor para el factor de ventilación, es: $f = 1$.

Ya teniendo los valores de los factores, se procedió a calcular el valor de CLTD corregido, de la siguiente manera:

$$\text{CLTD}_{\text{Corr}} = [(7 + 11) \times 0.65 + (78 - 69.8) + (75.2 - 85)] \times 1$$

$$\text{CLTD}_{\text{Corr}} = 18 \times 0.65 + 8.2 - 9.8$$

$$\text{CLTD}_{\text{Corr}} = 10.1^\circ\text{F}$$

Asimismo, del cuadro 10 tenemos que el área de la pared sur (solamente ladrillo) es: 130.55 pie^2 ; luego, reemplazamos los valores calculados en la siguiente fórmula:

$$Q_{SL} = U \times A_{SL} \times \text{CLTD}_{\text{Corr}} \quad \dots\dots\dots (\text{EC } 20)$$

Donde:

Q_{SL}: Carga de calor en la pared sur, componente ladrillo.

A_{SL}: Área de la pared sur, componente ladrillo.

Luego:

$$Q_{SL} = 0.433 \times 130.55 \times (10.1)$$

$$Q_{SL} = 570.93 \text{ BTU/h}$$

Siguiendo el mismo procedimiento acabado de describir, se determinó las cargas de calor en las placas de concreto o sección de las columnas; para tal efecto se procedió de la siguiente manera:

- Las placas de concreto tanto para la pared sur como para la pared norte tienen un espesor de 40 cm (15.75 pulgadas); luego de tablas (Ver: «Anexo 10. Coeficiente U para componentes de edificación»), seleccionamos los valores de U correspondiente a mampostería (bloques de concreto de 8 y 12 pulgadas sin acabado para verano) y extrapolamos dichos valores:

Pulgadas		U
8	→	0.49
12	→	0.45
15.75	→	X

Haciendo la interpolación tenemos:

$$\frac{15.75 - 12}{12 - 8} = \frac{x - 0.45}{0.45 - 0.49}$$

De donde se tiene que: X = U = 0.416 (para 40cm), U = 0.45 (para 30cm).

- Del cuadro 10 tenemos que el área de la pared sur (placa de concreto) es: 12.36 pie²; luego, reemplazamos los valores calculados en la siguiente fórmula:

$$Q_{SC} = U \times A_{SC} \times CLTD_{Corr} \dots\dots\dots (EC 21)$$

Donde:

Q_{SC}: Carga de calor en la pared sur, componente placa de concreto.

A_{SC}: Área de la pared sur, componente ladrillo.

Luego:

$$Q_{SC} = 0.416 \times 12.36 \times 10.1$$

$$Q_{SC} = 51.93 \text{ BTU/h}$$

La determinación de la carga térmica para las otras paredes (paredes norte y este) es inmediato ya que se conoce los valores de los factores que exige la fórmula para el cálculo de Q. Por otro lado, para determinar los valores de Q en las paredes sur y oeste, se requirió previamente un cálculo adicional, el cálculo de Q en los componentes de edificación de dichas paredes. En ese sentido, en lo que prosigue del presente apartado se presenta la metodología seguida para determinar el valor de Q en forma específica para cada uno de dichos componentes.

5.1.1.4 Cálculo de la carga a través de la puerta

Para estimar la ganancia calorífica por conducción a través de la puerta, se utilizó la siguiente ecuación:

$$Q_{Pu} = U \times A \times CLTD_{Corr} \dots\dots\dots (EC 22)$$

Donde:

Q_{Pu}: Carga de calor a través de la puerta (BTU/h).

U: Coeficiente total de transferencia de calor (BTU/h x pie² x °F).

A: Área calculada de la puerta (pie²).

CLTD_{Corr}: Carga de enfriamiento de diferencial de temperatura basada en las condiciones de la pared donde se ubica la puerta. (°F).

Para una puerta de madera maciza de 2 pulgadas de espesor de la tabla para coeficiente global de transferencia de calor para puertas en verano (En anexos ver: «Anexo 10. Coeficiente U para componentes de edificación»), se obtuvo el siguiente valor: $U = 0.43 \text{ BTU/h} \times \text{pie}^2 \times ^\circ\text{F}$.

El valor de CLTD corregido para la puerta es el mismo que el de la pared que contiene a la puerta, es decir, la pared oeste o “Pared N° 4”; luego, el valor de CLTD corregido, es el del techo por ser no asoleado: $\text{CLTD}_{\text{Corr}} = 16.4^\circ\text{F}$.

El valor de A, es el correspondiente al área de la puerta: $A = 27.99 \text{ pie}^2$.

Teniendo en cuenta los factores calculados, estos se reemplazaron en la fórmula correspondiente para la carga de calor a través de puertas, obteniéndose:

$$Q_{Pu} = 0.43 \times 27.99 \times (16.4)$$

$$Q_{Pu} = 197.39 \text{ BTU/h}$$

5.1.1.5 Cálculo de la carga por conducción a través de la ventana

Para estimar la ganancia calorífica por conducción a través de las ventanas ubicadas en la pared sur, se utilizó la siguiente

..... (EC 23)

ecuación:

$$Q_{VC} = U \times A \times \text{CLTD}_{\text{Corr}}$$

Donde:

Q_{VC} : Carga de calor por conducción a través de la ventana (BTU/h).

U: Coeficiente total de transferencia de calor (BTU/h \times $\text{pie}^2 \times ^\circ\text{F}$).

A: Área calculada para las ventanas (pie^2).

$\text{CLTD}_{\text{Corr}}$: Carga de enfriamiento de diferencial de temperatura basada en las condiciones de la ventana ($^\circ\text{F}$).

Para una ventana de vidrio simple de 3mm encristalado de una sola hoja (no aplica ancho de marco) se tiene un valor de $6.30\text{W/m}^2\text{x}^\circ\text{C}$, de la tabla para coeficiente global de transferencia de calor (En anexos ver: «Anexo 12. Coeficiente total de transferencia de calor en ventanas»), luego multiplicando por el factor 0.176, se obtuvo: $U = 1.108 \text{ BTU/h x pie}^2 \text{ x } ^\circ\text{F}$.

Seguidamente, teniendo en cuenta el valor de CLTD para ventanas y la hora solar (En anexos, ver: «Anexo 11. Valores de CLTD de las ventanas», referido a la tabla para calcular las diferencias de conducción de carga de enfriamiento a través de un vidrio), se obtuvo:

Hora		CLTD
10	→	4
11	→	X
12	→	9

Haciendo la interpolación tenemos:

$$\frac{12 - 11}{11 - 10} = \frac{9 - X}{X - 4}$$

De donde se tiene que: $X = \text{CLTD} = 6.5^\circ\text{F}$.

Luego se procedió a calcular el CLTD corregido utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{CLTD}_{\text{Corr}} = 6.5 + (78 - 69.8) + (75.2 - 85)$$

$$\text{CLTD}_{\text{Corr}} = 4.9^\circ\text{F}$$

El valor de A, es el correspondiente al área de las dos ventanas que sumadas equivalen a: $A = 22.28 \text{ pie}^2$.

Teniendo en cuenta los factores calculados, estos se reemplazaron en la fórmula correspondiente para la carga de calor a través de puertas, obteniéndose:

$$Q_{VC} = 1.108 \times 22.28 \times (4.9)$$

$$Q_{VC} = 120.96 \text{ BTU/h}$$

5.1.2 Cálculo de las cargas térmicas por factores de enfriamiento (CLF)

Para el cálculo de las cargas internas o cálculo de las cargas por factores de enfriamiento (CLF), se consideró las cargas que prosiguen.

5.1.2.1 Cálculo de las cargas por radiación a través de ventanas

Para estimar la ganancia calorífica por radiación solar a través de las ventanas, se utilizó la siguiente

ecuación:
$$Q_{VR} = A \times SC \times SHGF \times CLF \dots\dots\dots (EC 24)$$

Donde:

Q: Carga de calor (BTU/h).

A: Área calculada (pie²).

SC: Coeficiente de sombreado por combinación del tipo de vidrio y tipo de sombreado.

SHGF: Máximo ganancia de calor por especificaciones de orientación de superficie.

CLF: Factor de carga de enfriamiento para vidrios con o sin sombreado interior.

El coeficiente de sombreado por combinación del tipo de vidrio y tipo de sombreado se determinó haciendo uso de la tabla para determinar la transmisión visible (VT), coeficiente de sombreado (SC) y coeficiente de ganancia de calor solar (SHGC) en

Incidencia normal para vidrio de un solo panel (En anexos ver: «Anexo 13. Tabla para seleccionar el factor SC para ventanas»). De dicha tabla obtuvimos: SC = 1.

El factor de ganancia de calor solar (SHGF), se determinó usando la tabla para determinar la irradiación solar (EDN) y los factores de ganancia de calor solar

(SHGF) para latitud norte (en anexos Ver: «Anexo 14. Tabla para seleccionar el factor SHGF para ventanas»); para tal efecto consideramos el valor reflejo de correspondería para 16° y 24° en la latitud sur, para la orientación sur en el mes de enero y la hora solar 11:00; los cuales extrapolando nos dio el siguiente resultado:

Latitud		SHGF
12	→	X
16	→	611
24	→	695

Haciendo la interpolación tenemos:

$$\frac{16 - 12}{24 - 16} = \frac{611 - X}{695 - 611}$$

De donde se tiene que: $X = \text{SHGF} = 569 \text{ W/m}^2 = 180.37 \text{ BTU/h} \times \text{pie}^2$.

El factor de carga de enfriamiento (CLF) para vidrios, se determinó haciendo uso de la tabla para determinar los factores de carga de enfriamiento para vidrio sin sombreado interior (CLF) según tipo de construcción (En anexos ver: «Anexo 15. Tabla para seleccionar el factor CLF para ventanas»). De dicha tabla para un tipo de construcción medio y 11:00 horas, se obtuvo: $\text{CLF} = 0.42$.

Teniendo en cuenta los factores calculados, estos se reemplazaron en la fórmula para el cálculo de las cargas por radiación a través de ventanas, obteniéndose:

$$Q_{VR} = 22.28 \times 1 \times 180.37 \times 0.42$$

$$Q_{VR} = 1687.83 \text{ BTU/h}$$

5.1.2.2 Cálculo de las cargas de enfriamiento para luces

Para estimar la ganancia calorífica debido al sistema de alumbrado, se utilizó la siguiente ecuación:

$$Q_{SL} = 3.41 \times q_i \times F_a \times F_s \times CLF \dots\dots\dots (EC 25)$$

Donde:

Q_{SL}: Carga de calor sensible debido a luces (BTU/h).

3.41: Factor de conversión de Watt a BTU/h.

q_i: Vatiage total de lámparas.

F_a: Fracción de uso.

F_s: Valores del factor de previsión especial para luces fluorescentes.

CLF: Factor de carga de enfriamiento para iluminación.

Como se señalara en la descripción del local, referida a la iluminación, el número de fluorescentes con que cuenta el ambiente es 12, y cada fluorescente tiene una potencia de 36 watts; luego, el valor del vatiage o potencia total de lámparas es equivalente a: $q_i = 432W$.

Con respecto a la fracción de uso (F_a), se tiene que el acondicionamiento del local durante un día se da de la siguiente manera:

Tabla 11. Horas de funcionamiento de las luces.

Estación	Hora Solar	Condición	F _a	Nº de Horas de Funcionamiento
Verano	0 a 8	Apagado	0	0
	8 a 17	Apagado	0	
	17 a 24	Encendido	1	
Invierno	0 a 8	Apagado	0	9
	8 a 17	Encendido	1	
	17 a 24	Encendido	1	

Fuente: Elaboración propia.

El valor del factor de previsión especial para luces fluorescentes (F_s), El factor 1.8, no se aplica por el consumo del equipo, sino por el consumo extra que supone el

arranque (cebado de la lámpara), el cual, para el caso de los tubos Fluorescentes, es equivalente a: $F_S = 1.18$.

Por otro lado, teniendo en cuenta el tipo de zona “D”, correspondiente a construcciones “*Bottom Floor*” o sótano, de la tabla para determinar los factores de carga de enfriamiento para luces (En anexos ver: «Anexo 16. Tabla para los factores de carga de enfriamiento para luces»), teniendo en cuenta el número de lámparas (12 fluorescentes) y las horas de funcionamiento por día (9 horas de 8:00 a 17:00), obtuvimos: $CLF = 0.89$. En verano, $F_a = 0$, no se encienden luces.

Finalmente, teniendo en cuenta los factores calculados, estos se reemplazaron en la fórmula para el cálculo de las cargas para luces, obteniéndose:

$$Q_{SL} = 3.41 \times 432 \times 0 \times 1.18 \times 0.89$$

$$Q_{SL} = 0 \text{ BTU/h}$$

5.1.2.3 **Cálculo de las cargas de enfriamiento por persona**

Para estimar la ganancia calorífica por persona, se utilizaron las siguientes ecuaciones:

Para el caso de las cargas sensibles debido a factores de carga de enfriamiento para personas, se utilizó la siguiente formula:

$$Q_{SP} = \frac{q_s}{Personas} \times \# \text{ de Personas} \times CLF \quad \dots\dots\dots (EC 26)$$

Donde:

Q_{SP} : Carga de calor sensible (BTU/h).

$\frac{q_s}{Person}$: Ganancia de calor sensible instantánea por persona (BTU/h x Persona).

CLF : Factor de cálculo de calor sensible por personas.

El valor de la ganancia de calor sensible instantánea por persona (BTU/h x Persona) lo determinamos haciendo uso de la tabla para las tasas de ganancia de

calor de los ocupantes de espacios condicionados (En anexos, ver: «Anexo 17. Tabla para calcular el calor sensible y latente por persona»). En dicha tabla, para el caso de farmacias y bancos se tiene una ganancia de calor sensible igual a: 75W por persona.

Por otro lado, de la tabla para los factores de carga de enfriamiento para personas (En anexos, ver: «Anexo 17. Tabla para calcular el calor sensible y latente por persona»), teniendo en cuenta una construcción o zona tipo “D”, una permanencia de 8 horas en el local y empezando el horario de trabajo a las 8:00 horas solares, obtenemos: CLF = 0.87.

Luego, teniendo en cuenta 5 personas laborando en el local, y reemplazando en la fórmula, obtuvimos:

$$Q_{SP} = 3.41 \times 75 \times 5 \times 0.87$$

$$Q_{SP} = 1112.52 \text{ BTU/h}$$

Para el caso de las cargas latentes debido a factores de carga de enfriamiento para personas, se utilizó la siguiente formula:

$$Q_{LP} = \frac{q_l}{Personas} \times \# \text{ de Personas} \quad \dots\dots\dots (EC 27)$$

Donde:

Q_{LP}: Carga de calor latente (BTU/h).
 $\frac{q_l}{Person}$: Ganancia de calor latente instantánea por persona (BTU/h x Persona).
x Persona).

El valor de la ganancia de calor latente instantánea por persona (BTU/h x Persona), para el caso de farmacias y bancos se tiene una ganancia de calor latente igual a: 70W por persona.

Procediendo de igual forma que en el caso anterior, es decir, usando el factor de conversión de W a BTU/h, se obtuvo:

$$Q_{LP} = 3.41 \times 70 \times 5$$

$$Q_{LP} = 1193.50 \text{ BTU/h}$$

5.1.2.4 *Cálculo de las cargas por aparatos y equipos de laboratorio*

Para estimar la ganancia calorífica por aparatos y equipos de laboratorio, se utilizaron las siguientes ecuaciones:

$$Q_{SA} = q_s \times CLF \dots\dots\dots (\text{EC } 28)$$

$$Q_{SA} = C_s \times q_r \times CLF \dots\dots\dots (\text{EC } 29)$$

Donde:

Q_{SA}: Carga de calor sensible (BTU/h).

q_s: Ganancia de calor sensible por aparato (BTU/h).

CLF: Factor de carga de calor sensible para equipos.

C_s: Coeficiente para aparatos y ciertos equipos de laboratorio.

q_r: Ratio de manufactura (BTU/h).

Considerando la computadora de Escritorio (CPU, monitor, teclado, estabilizador y mouse), como cargas por aparatos y equipos de laboratorio; del cuadro 7, tenemos que la potencia de dichos aparatos es: $q_s = 350\text{W}$ (Potencia promedio de funcionamiento medido en local).

De la tabla para determinar los factores de carga de calor para equipos con cubierta (En anexos, ver: «Anexo 18. Tabla para calcular el calor sensible y latente para aparatos o equipos»), se determinó el valor de: $CLF = 0.82$ (Para 9 horas de funcionamiento y encendido en la hora solar 8:00, se consideró valor medio entre 8 y 10 horas de funcionamiento).

Procediendo con el cálculo del calor sensible por equipo y usando el factor de conversión de W a BTU/h, se obtuvo:

$$Q_{SA} = 3.41 \times 350 \times 0.82$$

$$Q_{SA} = 978.67 \text{ BTU/h}$$

Por otro lado, de tabla para determinar la ganancia de calor teniendo en cuenta el índice de placa de identificación de los equipos eléctricos de oficina (En anexos, ver: «Anexo 18. Tabla para calcular el calor sensible y latente para aparatos o equipos»), se determinó el factor de carga de calor latente para la computadora de escritorio (Teniendo en cuenta información de placa y porcentaje de irradiación); luego, se obtuvo que: $q_l = 575 \times 0.223 = 134\text{W}$. Luego, haciendo uso de la fórmula:

$$Q_{LA} = q_l \dots\dots\dots (EC 30)$$

Donde:

Q_{LA} : Carga de calor latente (BTU/h).

q_l : Ganancia de calor latente por aparato (BTU/h).

Procediendo con el cálculo del calor latente por equipo y usando el factor de conversión de W a BTU/h, se obtuvo:

$$Q_{SA} = 3.41 \times 134$$

$$Q_{SA} = 456.85 \text{ BTU/h}$$

5.1.2.5 Cálculo de las cargas por equipos (motores)

Para estimar la ganancia calorífica por equipos (motores), se utiliza la siguiente ecuación:

$$Q_{SM} = A, B, C \times F_l \times CLF \dots\dots\dots (EC 31)$$

Donde:

Q_{SM} : Carga de calor sensible (BTU/h).

A, B o C: Ganancia de calor de los motores eléctricos típicos (BTU/h).

F_l : Factor de carga.

CLF: Factor de carga de calor sensible para equipos.

De cuadro 7, tenemos que para Campana de Flujo laminar (motor y fluorescentes), la potencia es de 290W. La potencia se ajusta a un motor de 0.5HP, luego de tablas para “ganancia de calor de los motores eléctricos típicos” (En anexos, ver: «Anexo 19. Tabla para calcular el calor sensible en motores»), obtuvimos teniendo en cuenta la ubicación del motor y el equipo con respecto al local a acondicionar, una ganancia de: $B = 372\text{W}$. De la misma tabla se tiene que el valor del factor de carga o eficiencia es equivalente a: $F_l = 0.60$.

El valor de CLF para motores es el mismo que el determinado para los aparatos o equipos, luego: $\text{CLF} = 0.82$ (Para 9 horas de funcionamiento y encendido en la hora solar 8:00, se consideró valor medio entre 8 y 10 horas de funcionamiento).

Procediendo con el cálculo del calor sensible para motores (Campana de Flujo Laminar), y usando el factor de conversión de W a BTU/h, se obtuvo:

$$Q_{SM} = 3.41 \times 372 \times 0.6 \times 0.82$$

$$Q_{SM} = 624.11 \text{ BTU/h}$$

5.2 Discusión de Resultados

5.2.1 Cálculo de la carga de enfriamiento total

El cálculo de la carga de enfriamiento total se determinó por suma de cargas absolutas (sin signo), para tal efecto se pueden emplear los siguientes criterios:

$$\text{Carga Total} = \text{Cargas Externas} + \text{Cargas Internas.} \quad \dots(\text{EC } 32)$$

$$\text{Carga Total} = \text{Cargas Sensibles} + \text{Cargas Latentes.} \quad \dots(\text{EC } 33)$$

$$\text{Carga Total} = \text{Cargas CLTD} + \text{Cargas CLF.} \quad \dots(\text{EC } 34)$$

Haciendo uso del último criterio señalado, se determinó la carga de enfriamiento total de la propuesta.

Para el caso de las paredes, la carga total por cada pared según su orientación se determinó por suma simple de las cargas, así tenemos para la pared sur:

$$Q_{PS} = Q_{SL} + Q_{SC} \quad \dots \text{ (EC 35)}$$

Donde:

Q_{PS} : Carga de calor en la pared sur.

Q_{SL} : Carga de calor en la pared sur, componente ladrillo.

Q_{SC} : Carga de calor en la pared sur, componente concreto.

Por otro lado, teniendo en cuenta el Cuadro 10, para determinar las áreas de las paredes; el valor de $CLTD_{CORR}$ del techo (16.4°F), que es el mismo para las paredes no asoleadas; y, los siguientes valores de los coeficientes de transferencia de calor: $U = 0.433$ para ladrillos, $U = 0.416$ (para concreto de 40cm de espesor) y $U = 0.45$ (para concreto de 30cm espesor), según orientación de las paredes; se determinó la carga para cada pared según su orientación.

El cálculo de la carga total del local intervenido en términos de sus elementos, se presenta en el cuadro que prosigue.

Tabla 12. Carga debido a factores de enfriamiento.

Factor de Enfriamiento	Elemento	Descripción	Denominación	Carga de Calor (BTU/ h)
CLTD	Techo	Carga en techo	Q_T	1 071.79
	Piso	Carga en piso	Q_{PI}	0.00
	Pared	Carga en pared sur	Q_{PS}	622.86
		Carga en pared norte	Q_{PN}	856.23
		Carga en pared este	Q_{PE}	834.61
		Carga en pared oeste	Q_{PO}	149.86
	Puerta	Carga en puerta	Q_{PU}	197.39
	Ventana	Carga en ventana	Q_{VC}	120.96
CLF	Ventana	Carga en ventana	Q_{VR}	1 687.83
	Luces	Carga debido a luces	Q_{SL}	0.00
	Personas	Carga sensible - Personas	Q_{SP}	1 112.52
		Carga latente - Personas	Q_{LP}	1 193.50
	Aparatos	Carga sensible - Equipos	Q_{SA}	978.67

		Carga latente - Equipos	Q_{LA}	456.85
	Motores	Carga por equipo (motores)	Q_{SM}	624.11
TOTAL			Q_{TOTAL}	9 907.18

Fuente: Elaboración propia.

El cálculo presentado en el cuadro anterior, resume los cálculos realizados en términos de cargas de enfriamiento CLTD y CLF, así como teniendo en cuenta la característica de la carga si es transmitida por convección (sensible) o por radiación (latente).

La determinación de los valores de las cargas de enfriamiento debido a la Diferencia de Temperatura para Carga de Refrigeración (CLTD) y debido al Factor de Carga para Refrigeración (CLF), se realizaron el día jueves 25 de enero a las 11:00 horas; luego, estacionalmente los valores corresponden a la estación, época o temporada de invierno.

En el cuadro que prosigue se presentan los resultados para la Carga Térmica en verano (+) Q_{TOTAL} , en función de los elementos.

Tabla 13. Carga total de la propuesta (por elemento).

Nº	Elemento	Carga de Calor (BTU/ h)
1	Techo	1 071.79
2	Piso	0.00
3	Pared	2 463.56
4	Puerta	197.39
5	Ventana	1 808.79
6	Luces interiores	0.00
7	Número de Personas	2 306.02
8	Aparatos de laboratorio y equipos	1 435.52
9	Equipos (Motores)	624.11
Q_{TOTAL}		9 907.18

Fuente: Elaboración propia.

5.2.2 Cálculo de la carga de enfriamiento total en invierno

El día referencial para el cálculo de la carga de enfriamiento total en invierno fue el lunes 18 de junio de 2018 a 13:00 horas (Para mayores detalles sobre variación de temperaturas en dicho día, ver Anexo 3).

En el cuadro que prosigue se presentan los resultados para la Carga Térmica en Invierno (-) Q_{TOTAL} , en función de los elementos.

Tabla 14. Carga total de la propuesta en invierno (por elemento).

Nº	Elemento	Carga de Calor (BTU/ h)
1	Techo	712.35
2	Piso	0.00
3	Pared	2 450.99
4	Puerta	197.39
5	Ventana	596.37
6	Luces interiores	1547,07
7	Número de Personas	2 306.0
8	Aparatos de laboratorio y equipos	1 435.5
9	Equipos (Motores)	624.1
Q_{TOTAL}		9 869.82

Fuente: Elaboración propia.

5.2.3 Variación estacional de la carga de enfriamiento

Para la comparación de la variación de la carga estacional teniendo en cuenta el factor estacional, elaboramos el siguiente cuadro:

Tabla 15. Carga total de la propuesta (por temporada).

Nº	Elemento	Carga de Calor (BTU/ h)	
		Verano	Invierno
1	Techo	1 071.79	712.35
2	Piso	0	0.00
3	Pared	2 463.56	2 450.99
4	Puerta	197.39	197.39
5	Ventana	1 808.79	596.37
6	Luces interiores	0	1547,07
7	Número de Personas	2 306.02	2 306.0

8	Aparatos de laboratorio y equipos	1 435.52	1 435.5
9	Equipos (Motores)	624.11	624.1
Q_{TOTAL}		9 907.18	9 869.82

Fuente: Elaboración propia.

Del cuadro anterior se tiene que:

- Carga Térmica en Verano: (+) $Q_T = 9\,907.18$ BTU/ h.
- Carga Térmica en Invierno: (-) $Q_T = 9\,869.82$ BTU/ h.
- Carga CLTD en verano: 3 853.70 BTU/ h.
- Carga CLTD en invierno: 3 461.94 BTU/ h.
- Carga CLF en verano: 6 053.48 BTU/ h.
- Carga CLF en invierno: 6 407.88 BTU/ h.

Finalmente, teniendo en cuenta los valores de CLTD y CLF por temporadas, comparamos las cargas de enfriamientos debido a dichas condiciones. Dicha comparación grafica se presenta en la figura que prosigue.

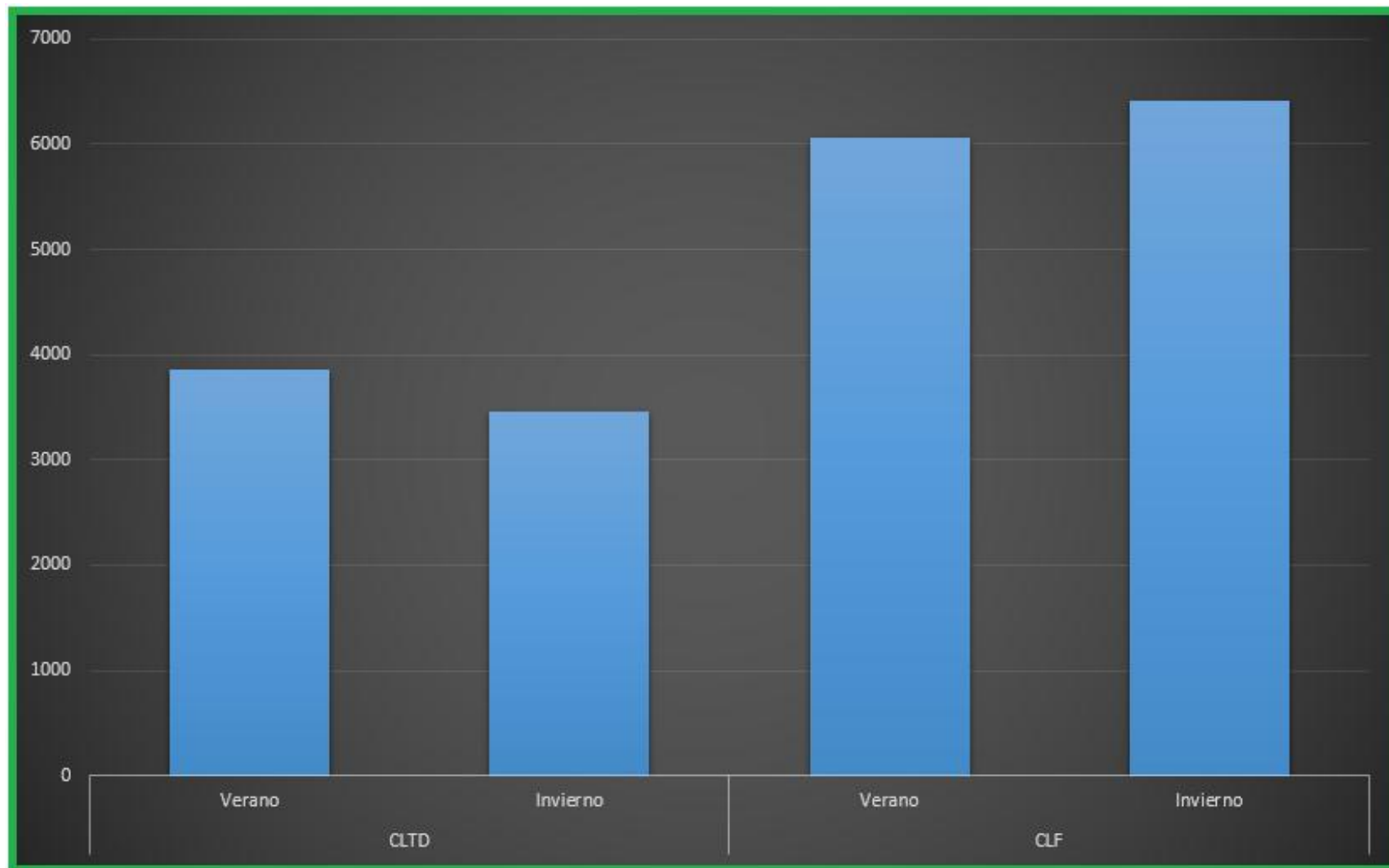


Figura 8. Comparación entre cargas CLTD y CLF por temporadas de verano e invierno.

Fuente: Elaboración propia.

5.2.4 Sugerencia para la implementación de la propuesta

Para la implementación de la propuesta se sugiere considerar una Campana de Flujo Laminar existente en el mercado y cuyas características generales responden a las demandas de acondicionamiento del ambiente y el logro del confort dentro del mismo.

En lo que prosigue se detalla las características generales de la campana de flujo laminar propuesto para la implementación.

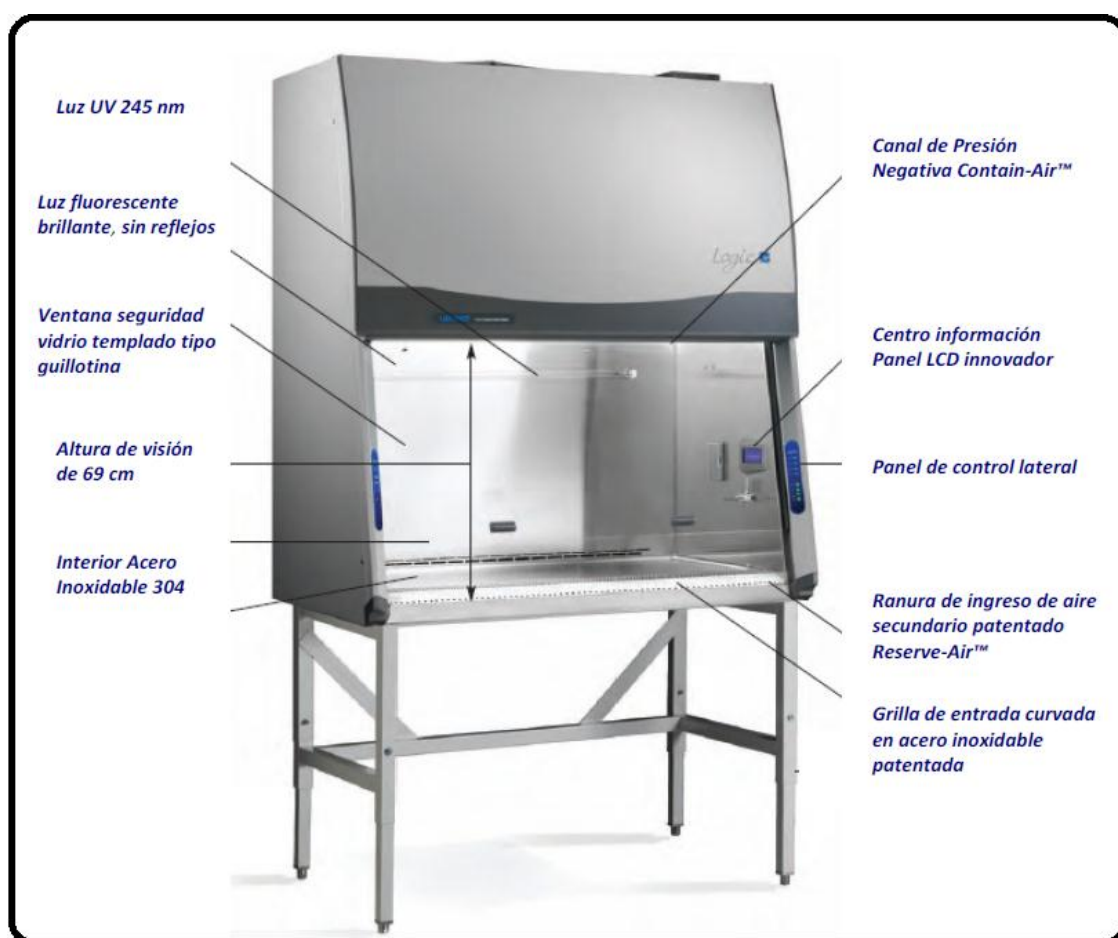


Figura 9. Características y beneficios de la campana de flujo laminar

Fuente: TECNIGEN, Gabinete Bioseguridad Clase II B2 LABCONCO (Santiago de Chile: TECNIGEN S.A., 2018), 6.

El gabinete de bioseguridad Purifier Logic clase II tipo B2 de LABCONCO, presenta las siguientes características de construcción:³⁷

³⁷ TECNIGEN, *Gabinete Bioseguridad Clase II B2 LABCONCO* (Santiago de Chile: TECNIGEN S.A., 2018).

- Proceso de operación: apto para trabajar bajo niveles de bioseguridad I, II y III. Cumple todos los requisitos de la NSF: 99.99% eficiencia filtros HEPA y entrada nominal de 105 pies/min.
- El motor utiliza tecnología electrónicamente conmutada (ECM), que controla con precisión el flujo de aire sin necesidad de sensores de flujo. Brindando protección al usuario, producto y medio ambiente.
- Consume 60% menos de energía que sus pares de otras marcas.
- Funcionamiento silencioso.
- Centro de información pantalla LCD, montado en el interior del gabinete en la línea de visión del usuario, entrega datos en tiempo real a través de gráfico de barras, alarma y alertas que advierten la disminución de la vida útil del filtro a 20%, 10% y 0%.
- Monitoreo de filtros a través de un motor de conmutación electrónica (ECM) que ofrece un volumen preciso de aire requerido y ajusta automáticamente sin necesitar sensores de flujo de aire.
- El sistema Smart-Start permite al usuario programar la puesta en marcha y término de las operaciones.
- Timer para monitoreo normal, luz fluorescente y control de luz UV.
- Panel táctil de control en costado derecho para activación manual de ventilador, luz, cronómetro, alarma sonora, muda y menús de selección.
- Interior de acero inoxidable tipo 304 con ángulos redondeados, superficie de trabajo removibles.
- Exterior liso, para facilitar el mantenimiento.

- Colgador de toalla bajo la superficie de trabajo.
- Contener-Air Canal de presión negativa. Clase 5 según norma ISO 14644-1 y 2 (Antes clase 100).
- Dos Filtros HEPA 99,99% de eficiencia retención 0,3 μm .

Con respecto a características de la campana de flujo laminar, referidas al sistema de extracción de aire, en la figura que prosigue se presenta algunos detalles.

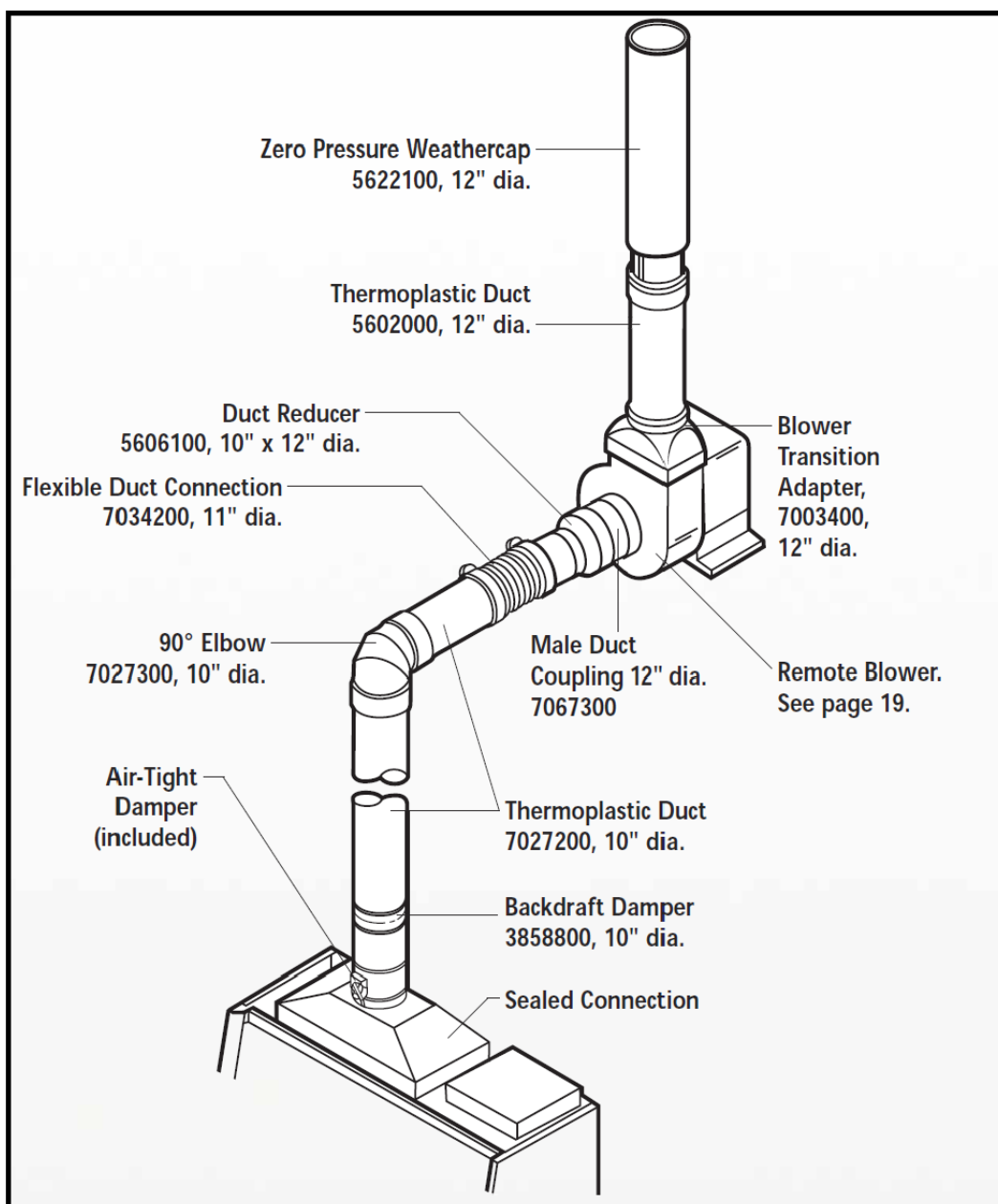
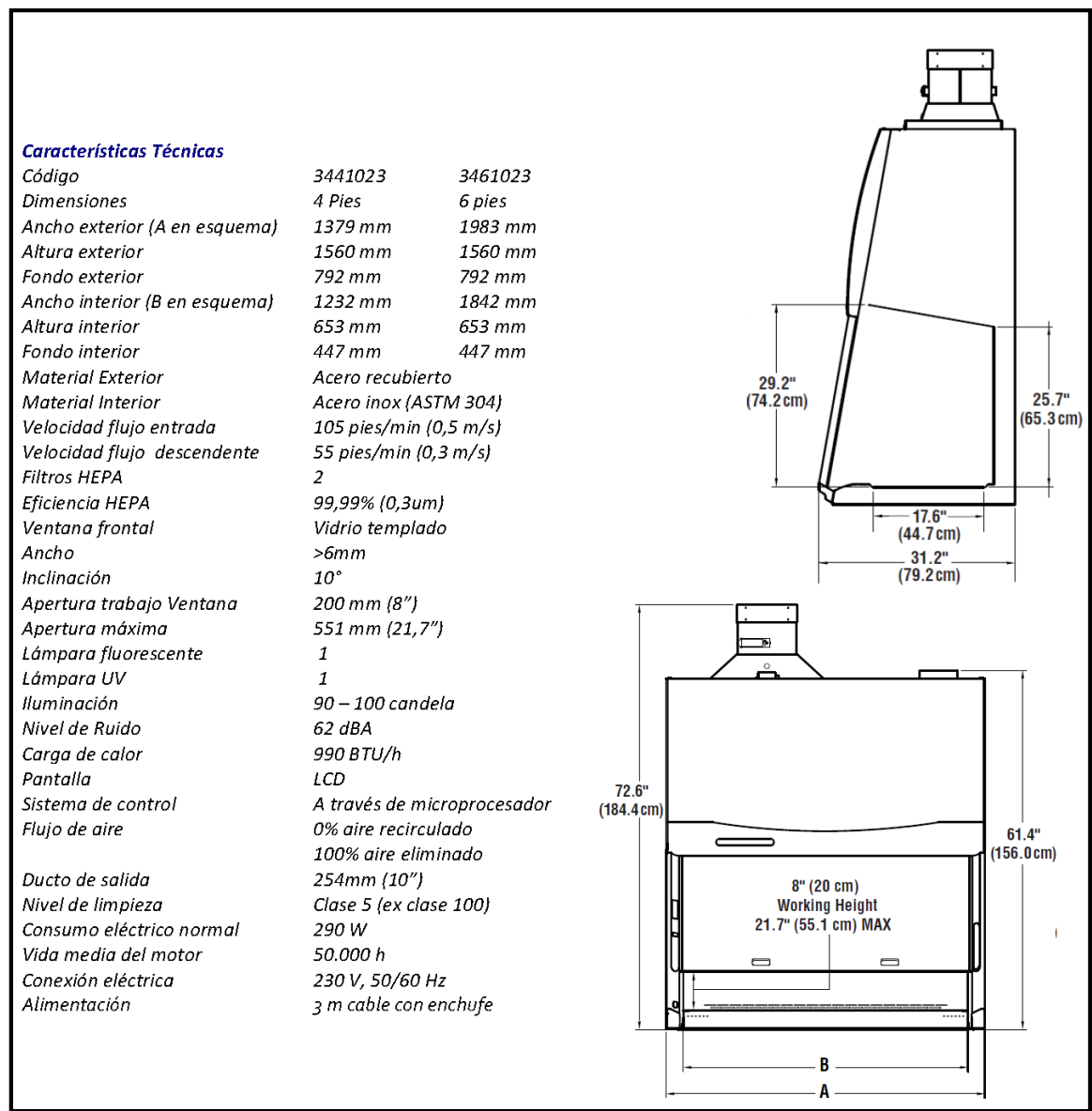


Figura 10. Características del sistema de extracción de la campana de flujo laminar.

Fuente: TECNIGEN, Gabinete Bioseguridad..., 7.
 Por otro lado en la figura que prosigue, presentamos las características técnicas de la campana de flujo laminar propuesta para ser implementada.



- Ventana de cierre total, vidrio templado de seguridad 1/4", con 2 manillas; con contrapeso e inclinado en 10°.
- Apertura máxima de 54 cm y altura de visión de 69 cm.
- Parrilla ingreso de aire de acero inoxidable curva, canal de flujo secundario Reserve-Air.
- Iluminación fluorescente brillante, 90-100 candelas, sin reflejos localizados fuera de zona contaminada.
- Diseño de presión negativa de seguridad intrínseca.
- Bloqueo electrónico de seguridad (activación opcional) requiere código para operar el gabinete.
- Garantía completa por dos años.
- Listado NSF International y ETL.

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

- Con respecto al objeto de calcular la demanda de carga térmica en verano, se logró determinar que la carga de enfriamiento total que demanda el sistema de climatización de aire filtrado para el área de preparación del Servicio de Farmacia de Producción del Hospital Nacional Guillermo Almenara Irigoyen, es: $Q_{TOTAL} = 9\,907 \text{ BTU/h}$, para la temporada de verano.
- Con respecto al objeto de calcular la demanda de carga térmica en invierno, se logró determinar que dicha carga es: $Q_{TOTAL} = 9\,870 \text{ BTU/h}$, para la temporada de invierno.
- Con respecto a explicar la variación estacional que tienen tanto la carga debido a los diferenciales de carga térmica (CLTD) como la carga debido a factores de enfriamiento (CLF), se estableció que:
 - La carga debido a los diferenciales de carga térmica (CLTD) varían desde 3854 BTU/h en verano hasta 3462 BTU/h , en invierno.
 - La carga debido a factores de enfriamiento (CLF) varían desde 6053 BTU/h en verano, hasta 6408 BTU/h , en invierno.
 - La tendencia en la variación de las cargas térmicas debido a los diferenciales de carga térmica (CLTD) es: disminuir conforme se transita desde una estación cálida (verano) hacia una estación fría (invierno); en efecto, para el local intervenido dicha disminución alcanzó un 10.2%.

- La tendencia en la variación de las cargas térmicas debido a los factores de enfriamiento (CLF), es: aumentar conforme se transita desde una estación cálida (verano) hacia una estación fría (invierno); en efecto, para el local intervenido se encontró que dicho aumento alcanzó un 5.9%.

6.2 Recomendaciones

- Se recomienda incluir en un ajuste posterior del presente estudio, las cargas debido a la infiltración de aire que se producen por apertura de puertas y/o ventanas; así como, debido a mal sellado de las mismas.
- Para garantizar el buen funcionamiento de la campana de flujo laminar, en el en el área de preparación del servicio de farmacia de producción, se recomienda: considerar un porcentaje para el factor de seguridad, esto para que el equipo pueda satisfacer los requerimientos del local cuando las temperaturas exteriores sean extremas.
- Para el diseño e implementación del sistema de climatización de aire filtrado para el área de preparación del Servicio de Farmacia de Producción del Hospital Nacional Guillermo Almenara Irigoyen, se recomienda: que la instalación cuando trabaje al 100%, el porcentaje de exigencia debe ser de un 15% adicional. Este porcentaje solo se aplicará a los serpentines de enfriamiento y calefacción, así también para los deshumidificadores y humidificadores; pero, no será necesario para la manejadora de aire que mantendrá el mismo volumen de aire de acuerdo al local.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1) ACCUWEATHER, Inc. Mapa del tiempo en Perú. Información meteorológica en línea, 2018.
<https://www.accuweather.com/es/pe/lima/264120/june-weather/264120>
- 2) American Society of Heating Refrigerating and Air-Conditioning Engineers. *ASHRAE Handbook of Fundamentals*. Atlanta, GA: ASHRAE, 1967.
- 3) Bracamonte Estrada, Jesús Andrés y Esteban David Comas Vega. “Determinación de la carga térmica adecuada para la correcta climatización del local DONK@N.COM ubicado en la ciudad de Barranquilla”. Tesis de grado. Universidad Autónoma del Caribe, 2014.
<http://repositorio.uac.edu.co/xmlui/handle/123456789/805>
- 4) Çengel, Yunus A. *Transferencia de calor y masa: un enfoque práctico*. Traducción de José Hernán Pérez Castellanos y Javier Enríquez Brito. México: McGraw-Hill/Interamericana Editores, S.A. de C.V., 2007.
- 5) Centro Colaborador OMS para las Políticas Farmacéuticas de Precios y Reembolso. *Glosario de términos farmacéuticos*. Viena: Gesundheit Österreich GmbH, 2012.
- 6) Decreto Supremo N° 013-2006-SA. Reglamento de Establecimientos de Salud y Servicios Médicos de Apoyo. Lima: El Peruano, edición del 24 de junio de 2006.
- 7) ESSALUD. *Memoria Anual 2012 del Seguro Social de Salud-EsSalud*. Lima: Oficina Central de Planificación y Desarrollo de ESSALUD, 2013.

- 8) ESSALUD. *Memoria Anual 2013 del Seguro Social de Salud-EsSalud*. Lima: Oficina Central de Planificación y Desarrollo de ESSALUD, 2014.
- 9) FRIGUS BOHN S.A. DE C.V. Manual de ingeniería Frigus Bohn. México: Autor, 2005.
- 10) Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid. *Guía de Calidad del Aire Interior*. Madrid: Dirección General de Industria, Energía y Minas de la Comunidad de Madrid, 2016.
- 11) Google Map Data (2018). [Termino de búsqueda: Hospital Guillermo Almenara Irigoyen]. <https://www.google.com/maps/@-12.1794951,-76.9462445,13.75z>.
- 12) Gutiérrez Giraldo, Daniel. *Sistema de climatización para hotel cuatro estrellas ubicado en la ciudad de Lima*. Tesis de Grado. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2009.
- 13) Heras Cobo, Carlos y Guardino Solá, Xavier. "NTP 373: La ventilación general en el laboratorio". Notas Técnicas de Prevención (NTP). Madrid: Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo, 2018. <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/>
- 14) Hernández Goríbar, Eduardo. *Fundamentos de aire acondicionado y refrigeración*. México: Editorial Limusa, 2008.
- 15) Hospital Nacional Guillermo Almenara Irigoyen-IPSS (Editor). *Proyecto de la Vulnerabilidad Sísmica en Hospitales del Perú: Hospital Nacional Guillermo Almenara Irigoyen*. (Tomo I: Introducción, Índice y Generalidades). Lima: MINSA, ECHO, OPS-OMS, 1997.

- 16) Kutsuma Ogata, Martin Javier. *Diseño de un sistema de climatización en aula CAD-CAE*. Tesis de Grado. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2011.
- 17) Méndez Noriega, Mario Enrique. *Proyecto de un sistema de aire acondicionado para una sala de enfriamiento de caramelo*. Tesis de Grado. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, 1990.
- 18) Ministerio de Salud. *Norma técnica de salud para infraestructura y equipamiento de Establecimientos de Salud II-1 Y II-E*. Lima: Dirección General de Infraestructura, Equipamiento y Mantenimiento -- MINSA, 2013.
- 19) Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. *Reglamento Nacional de Edificaciones*. Lima: SENCICO, 2006.
- 20) Miranda Sara, Liliana y Chávez, Sandro. "Perfil y escenarios climáticos de Lima Metropolitana". *Actualidad Gubernamental*, núm. 50, (Diciembre, 2012): XIII-4 - XIII-6.
- 21) Molero, R. y Acosta, M. "Planificación y organización de un Servicio de Farmacia". *Farmacia hospitalaria*, 3ª ed., Tomo I. María Cinta Gamundi Planas (Coord.). Madrid: Sociedad Española de Farmacia Hospitalaria, 2002.
- 22) Municipalidad de Lima Metropolitana. *Plan Regional de Desarrollo Concertado de Lima (2012-2025)*. Lima: Instituto Metropolitano de Planificación, 2012.
- 23) Organización Mundial de la Salud. *Manual de bioseguridad en el laboratorio*. 3ra ed. Ginebra: OMS, 2005.

- 24) Parsons, Robert A. (Editor). *ASHRAE HANDBOOK*. Atlanta, GA: ASHRAE Handbook Committee, 1997.
- 25) PETERSIME. *Sistemas HVAC: Sistemas de tratamiento del aire para unas condiciones óptimas en la planta de incubación*. Zulte (Olsene) – Bélgica: Autor, 2013. http://www.petersime.com/downloads/147/hvac_es.pdf
- 26) Pita, Edward G. *Acondicionamiento de aire acondicionado: principios y sistemas*. 2da ed. Traducción de Virgilio González Pozo. México: Compañía Editorial Continental, 2000.
- 27) Ramírez Espinoza, Luis. "Proyecto de un sistema de acondicionamiento de aire para un quirófano perteneciente a un hospital, localizado en la ciudad de Toluca; estado de México". Tesis de grado. Instituto Politécnico Nacional, 2013. <https://tesis.ipn.mx/handle/123456789/12059>
- 28) Ramírez León, Hermes Javier. "Determinación de las cargas térmicas para garantizar el confort en los locales del piso 1 del edificio de aulas 2 en la UTB". Tesis de grado. Universidad Tecnológica de Bolívar, 2007. <http://biblioteca.utb.edu.co/notas/tesis/0043111.pdf>
- 29) Rodríguez Sofan, Manuel Guillermo y Carlos Alberto Díaz Restrepo. "Determinación de las cargas térmicas para garantizar el confort en el auditorio de la Universidad Tecnológica de Bolívar". Tesis de grado. Universidad Tecnológica de Bolívar, 2011. <http://biblioteca.utb.edu.co/notas/tesis/0062700.pdf>
- 30) SIBER Ventilación Inteligente. "Qué es y cuál es el funcionamiento de un sistema HVAC". 2016. <https://www.siberzone.es/blog-sistemas-ventilacion/hvac-que-es-funcionamiento/>

- 31) Sociedad Americana de Ingenieros de Calefacción, Refrigeración y Acondicionamiento de aire Inc. *Estándar ANSI/ASHRAE 62.1-2007 (Reemplaza al Estándar ANSI/ASHRAE 62.1-2004)*. Atlanta, GA: ASHRAE, 2009.
- 32) Stellman, Jeanne Mager (Directora). *Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo*. Volumen 3. Madrid: Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales, 1998.
- 33) TECNIGEN. Gabinete Bioseguridad Clase II B2 LABCONCO. Santiago de Chile: TECNIGEN S.A., 2018. http://www.tecnigen.cl/documento_tcl.php?documento=447
- 34) Torres Quevedo, Eduardo. "Proyecto de Acondicionamiento de Aire a un Laboratorio Farmacéutico con Filtración de Clase 100,000 Unidades de Partícula". Tesis de Grado. México D.F.: Instituto Politécnico Nacional, 2011. <https://tesis.ipn.mx/jspui/bitstream/123456789/9908/1/83.pdf>
- 35) Vallejo Coral, Evelyn Catalina. "Determinación de CLTD para cargas de enfriamiento de edificaciones ubicadas en ciudades de clima cálido en México". Tesis de grado. Monterrey: Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, 2017. <https://repositorio.itesm.mx/handle/11285/629694>
- 36) Valverde G., Agustín y Álvarez Guerra, Mario. "Método de cálculo computarizado para la determinación de las cargas térmicas de refrigeración, aire acondicionado y selección de equipos". *Scientia Et Technica*, vol. XII, núm. 31 (2006): 127-132. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84911639023>
- 37) VALYCONTROL, S.A. DE C.V. *Manual Técnico Valycontrol*. Guadalajara: Imprejal, S. A. De C. V., 1996.

- 38) Veloso Vidal, Alex Rodrigo. "Climatización de pabellón clínico". Tesis de Grado. Valdivia: Universidad Austral de Chile, 2014.
<http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2014/bmfciv443c/doc/bmfciv443c.pdf>
- 39) Villegas Álzate, Sebastián. "Diseño del sistema de aire acondicionado para el área de quirófanos de la Clínica La Sagrada Familia". Tesis de grado. Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira, 2016.
<http://repositorio.utp.edu.co/dspace/handle/11059/6714>
- 40) Wang, Shan K. *Handbook of air conditioning and refrigeration*. 2nd ed. New York: McGraw-Hill, 2001.

ANEXOS

Anexo 1. Condiciones Estándar ASHRAE para Determinar Valores CLTD

Los valores de CLTD fueron determinados en función de la temperatura Sol-Aire, la cual es función de la temperatura ambiental y la radiación solar específicas de cada ubicación geográfica. Las condiciones estándar utilizadas por ASHRAE para determinar los valores de CLTD reportados son las siguientes:³⁸

- Superficie exterior oscura (absorptancia solar alta). La absorbancia se define como la medida que refleja cómo se atenúa la radiación cuando atraviesa un elemento. La absorbancia puede expresarse mediante un logaritmo que surge a partir del vínculo entre la intensidad que sale y la intensidad que ingresa a la sustancia.
- Temperatura del aire interior (T_i): 25.5 °C (78°F).
- Temperatura exterior máxima (T_o): 35°C (95°F).
- Temperatura media exterior (T_{om}): 29.4 °C (85°F).
- Rango de temperatura diario: 11.7 °C (21°F).
- Coeficiente convectivo de transferencia de calor de la superficie exterior: 17 W/m²·°C (3 BTU/h·ft²·°F).
- Coeficiente convectivo de transferencia de calor de la superficie interna: 8.3 W/m²·°C (1.46 BTU/h·ft²·°F).
- Radiación solar típica en un día despejado en la latitud 40°N el 21 de julio.

³⁸ Citado por: Evelyn Catalina Vallejo Coral, Óp. cit., 15-16.

Anexo 2. Características Estructurales de la Zona de Intervención

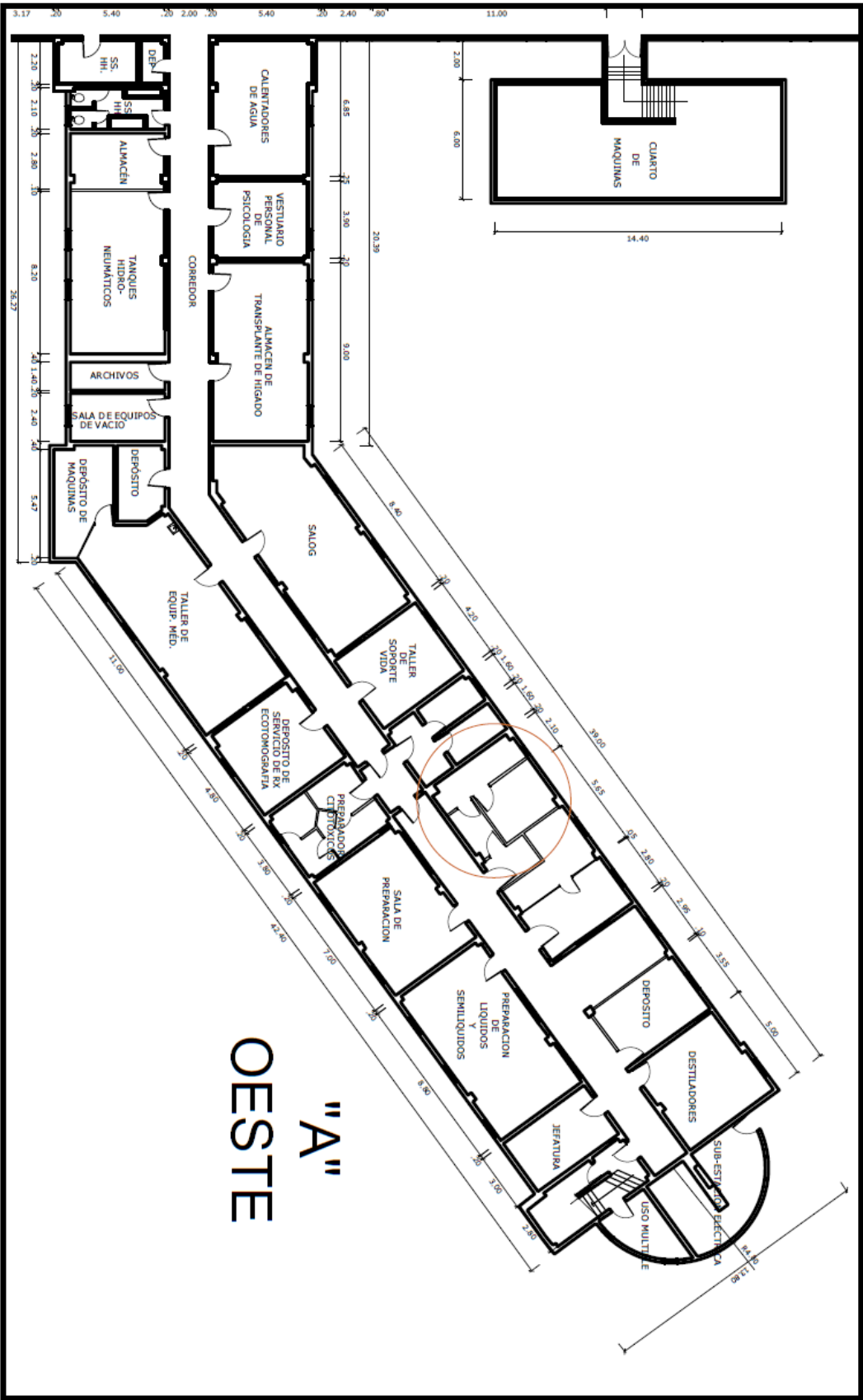
El área física del Hospital Nacional Guillermo Almenara Irigoyen fue construida sobre 13,204 m² que añadidas al área libre de 28,842 m² (ocupada por jardines, pasajes y espacios abiertos) suman un área de 42,064.37 m².

El diseño contempló los desplazamientos y necesidades de pacientes ambulatorios e internos, así como para personal del hospital, visitantes, proveedores; satisfaciendo también las necesidades espirituales de los asegurados.

La edificación Ala Este, al igual que la Central y la Ala Oeste de este pabellón, tiene tres pisos y un sótano, es una edificación de pórticos de concreto armado compuesta de columnas y vigas, tienen como techo una losa aligerada armada en un solo sentido y su cimentación es del tipo zapatas. El pabellón está compuesto por tres edificaciones que están separadas mediante juntas, las cuales las dividen en una edificación central de tipo rectangular, y dos edificaciones en forma de “T” ubicados al lado izquierdo y derecho del central (llamadas Este y Oeste respectivamente). En su interior se han utilizado muros de albañilería y tabiquería de madera como elementos divisorios de ambientes. Debe distinguirse que en el sector derecho (Ala Oeste) ha sido agregada con el transcurrir del tiempo otro pabellón al original y que trabaja en forma independiente, esto puede notarse en los planos que corresponden a diferentes épocas del hospital. Al año 1991 el área techada del pabellón principal era de 10,836.24 m².

Para mayores detalles sobre la distribución de áreas y espacios en el Hospital Nacional Guillermo Almenara Irigoyen, se presenta a continuación el plano general de la edificación.

Plano del Hospital – (lado oeste “A”)

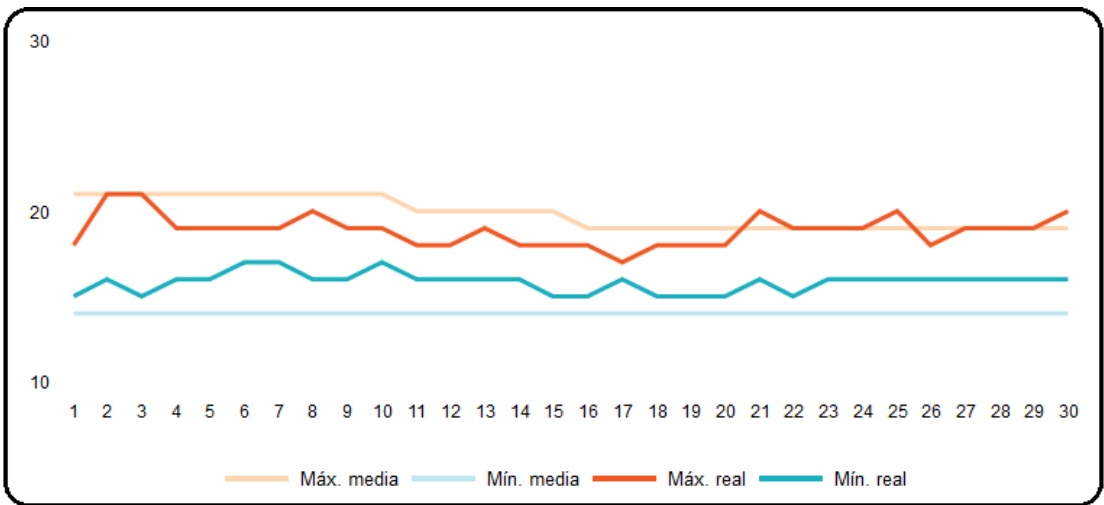


Anexo 3. Condiciones climáticas en Lima en los días de intervenidos

Condiciones climáticas en Lima durante el mes de enero de 2018

DO. 27/05 Temp. real 21°/16° Media histórica 22°/15°	LU. 28/05 Temp. real 19°/15° Media histórica 22°/15°	MA. 29/05 Temp. real 17°/16° Media histórica 22°/15°	MI. 30/05 Temp. real 19°/16° Media histórica 22°/15°	JU. 31/05 Temp. real 19°/16° Media histórica 22°/15°	VI. 01/06 Temp. real 18°/15° Media histórica 21°/14°	SÁ. 02/06 Temp. real 21°/16° Media histórica 21°/14°
DO. 03/06 Temp. real 21°/15° Media histórica 21°/14°	LU. 04/06 Temp. real 19°/16° Media histórica 21°/14°	MA. 05/06 Temp. real 19°/16° Media histórica 21°/14°	MI. 06/06 Temp. real 19°/17° Media histórica 21°/14°	JU. 07/06 Temp. real 19°/17° Media histórica 21°/14°	VI. 08/06 Temp. real 20°/16° Media histórica 21°/14°	SÁ. 09/06 Temp. real 19°/16° Media histórica 21°/14°
DO. 10/06 Temp. real 19°/17° Media histórica 21°/14°	LU. 11/06 Temp. real 18°/16° Media histórica 20°/14°	MA. 12/06 Temp. real 18°/16° Media histórica 20°/14°	MI. 13/06 Temp. real 19°/16° Media histórica 20°/14°	JU. 14/06 Temp. real 18°/16° Media histórica 20°/14°	VI. 15/06 Temp. real 18°/15° Media histórica 20°/14°	SÁ. 16/06 Temp. real 18°/15° Media histórica 19°/14°
DO. 17/06 Temp. real 17°/16° Media histórica 19°/14°	LU. 18/06 Temp. real 18°/15° Media histórica 19°/14°	MA. 19/06 Temp. real 18°/15° Media histórica 19°/14°	MI. 20/06 Temp. real 18°/15° Media histórica 19°/14°	JU. 21/06 Temp. real 20°/16° Media histórica 19°/14°	VI. 22/06 Temp. real 19°/15° Media histórica 19°/14°	SÁ. 23/06 Temp. real 19°/16° Media histórica 19°/14°
DO. 24/06 Temp. real 19°/16° Media histórica 19°/14°	LU. 25/06 Temp. real 20°/16° Media histórica 19°/14°	MA. 26/06 Temp. real 18°/16° Media histórica 19°/14°	MI. 27/06 Temp. real 19°/16° Media histórica 19°/14°	JU. 28/06 Temp. real 19°/16° Media histórica 19°/14°	VI. 29/06 Temp. real 19°/16° Media histórica 19°/14°	SÁ. 30/06 Temp. real 20°/16° Media histórica 19°/14°

Variación de la temperatura en el mes de enero de 2018

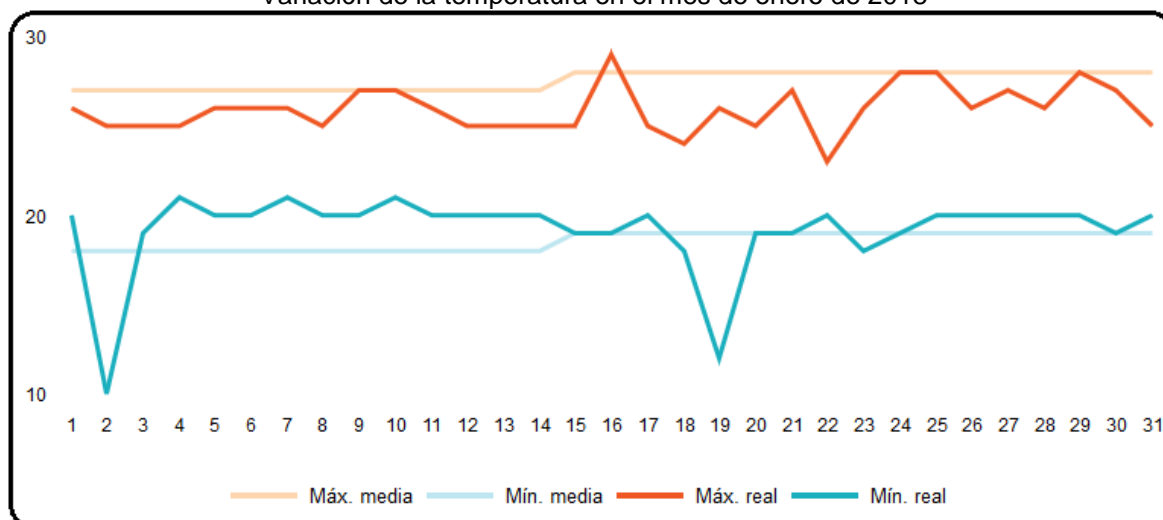


Fuente: ACCUWEATHER, Mapa del tiempo en Perú (Información meteorológica en línea, 2018).

Condiciones climáticas en Lima durante el mes de junio de 2018

DO. 31/12 Temp. real 26°/18° <u>Media histórica</u> 27°/18°	LU. 01/01 Temp. real 26°/20° <u>Media histórica</u> 27°/18°	MA. 02/01 Temp. real 25°/10° <u>Media histórica</u> 27°/18°	MI. 03/01 Temp. real 25°/19° <u>Media histórica</u> 27°/18°	JU. 04/01 Temp. real 25°/21° <u>Media histórica</u> 27°/18°	VI. 05/01 Temp. real 26°/20° <u>Media histórica</u> 27°/18°	SÁ. 06/01 Temp. real 26°/20° <u>Media histórica</u> 27°/18°
DO. 07/01 Temp. real 26°/21° <u>Media histórica</u> 27°/18°	LU. 08/01 Temp. real 25°/20° <u>Media histórica</u> 27°/18°	MA. 09/01 Temp. real 27°/20° <u>Media histórica</u> 27°/18°	MI. 10/01 Temp. real 27°/21° <u>Media histórica</u> 27°/18°	JU. 11/01 Temp. real 26°/20° <u>Media histórica</u> 27°/18°	VI. 12/01 Temp. real 25°/20° <u>Media histórica</u> 27°/18°	SÁ. 13/01 Temp. real 25°/20° <u>Media histórica</u> 27°/18°
DO. 14/01 Temp. real 25°/20° <u>Media histórica</u> 27°/18°	LU. 15/01 Temp. real 25°/19° <u>Media histórica</u> 28°/19°	MA. 16/01 Temp. real 29°/19° <u>Media histórica</u> 28°/19°	MI. 17/01 Temp. real 25°/20° <u>Media histórica</u> 28°/19°	JU. 18/01 Temp. real 24°/18° <u>Media histórica</u> 28°/19°	VI. 19/01 Temp. real 26°/12° <u>Media histórica</u> 28°/19°	SÁ. 20/01 Temp. real 25°/19° <u>Media histórica</u> 28°/19°
DO. 21/01 Temp. real 27°/19° <u>Media histórica</u> 28°/19°	LU. 22/01 Temp. real 23°/20° <u>Media histórica</u> 28°/19°	MA. 23/01 Temp. real 26°/18° <u>Media histórica</u> 28°/19°	MI. 24/01 Temp. real 28°/19° <u>Media histórica</u> 28°/19°	JU. 25/01 Temp. real 28°/20° <u>Media histórica</u> 28°/19°	VI. 26/01 Temp. real 26°/20° <u>Media histórica</u> 28°/19°	SÁ. 27/01 Temp. real 27°/20° <u>Media histórica</u> 28°/19°
DO. 28/01 Temp. real 26°/20° <u>Media histórica</u> 28°/19°	LU. 29/01 Temp. real 28°/20° <u>Media histórica</u> 28°/19°	MA. 30/01 Temp. real 27°/19° <u>Media histórica</u> 28°/19°	MI. 31/01 Temp. real 25°/20° <u>Media histórica</u> 28°/19°	JU. 01/02 Temp. real 24°/20° <u>Media histórica</u> 28°/19°	VI. 02/02 Temp. real 25°/20° <u>Media histórica</u> 28°/19°	SÁ. 03/02 Temp. real 26°/21° <u>Media histórica</u> 28°/19°

Variación de la temperatura en el mes de enero de 2018



Fuente: ACCUWEATHER, Mapa del tiempo en Perú (Información meteorológica en línea, 2018).

Anexo 4. Cargas de enfriamiento para techos planos

En la tabla que prosigue se presenta la descripción de los tipos de techos según ASHRAE y los valores del coeficiente total de transferencia de calor (BTU/h x pie² x °F).

Techo No.	Descripción de la construcción	Hora Peso, lb/ft ²	Valor de U, BTU/h Ft ² ·°F	Hora solar, h																							
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
				Sin cielo raso suspendido																							
1.	Lámina de metal con aislamiento de 1 o 2 in	7 (8)	0.213 (0.124)	1	-2	-3	-3	-5	-3	6	19	34	49	61	71	78	79	77	70	59	45	30	18	12	8	5	3
2.	Madera de 1 in con aislamiento de 1 in	8	0.170	6	3	0	-1	-3	-3	-2	4	14	27	39	52	62	70	74	74	70	62	51	38	28	20	14	9
3.	Concreto ligero de 4 in	18	0.213	9	5	2	0	-2	-3	-3	1	9	20	32	44	55	64	70	73	71	66	57	45	34	25	18	13
4.	Concreto pesado de 1 a 2 in con aislamiento de 2 in	29	0.206 (0.122)	12	8	5	3	0	-1	-1	3	11	20	30	41	51	59	65	66	66	62	54	45	36	29	22	17
5.	Madera de 1 in con aislamiento de 2 in	19	0.109	3	0	-3	-4	-5	-7	-6	-3	5	16	27	39	49	57	63	64	62	57	48	37	26	18	11	7
6.	Concreto ligero de 6 in	24	0.158	22	17	13	9	6	3	1	1	3	7	15	23	33	43	51	58	62	64	62	57	50	42	35	28
7.	Madera de 2.5 in con aislamiento de 1 in	13	0.130	29	24	20	16	13	10	7	6	6	9	13	20	27	34	42	48	53	55	56	54	49	44	39	34
8.	Concreto ligero de 8 in	31	0.126	35	30	26	22	18	14	11	9	7	7	9	13	19	25	33	39	46	50	53	54	53	49	45	40
9.	Concreto pesado de 4 in con aislamiento de 1 o 2 in	52 (52)	0.200 (0.120)	25	22	18	15	12	9	8	8	10	14	20	26	33	40	46	50	53	53	52	48	43	38	34	30
10.	Madera de 2.5 in con aislamiento de 2 in	13	0.093	30	26	23	19	16	13	10	9	8	9	13	17	23	29	36	41	46	49	51	50	47	43	39	35
11.	Sistema de terrazas de techo	75	0.106	34	31	28	25	22	19	16	14	13	13	15	18	22	26	31	36	40	44	45	46	45	43	40	37
12.	Concreto pesado de 6 in con aislamiento de 1 o 2 in	75 (75)	0.192 (0.117)	31	28	25	22	20	17	15	14	14	16	18	22	26	31	36	40	43	45	45	44	42	40	37	34
13.	Madera de 4 in con aislamiento de 1 o 2 in	17 (18)	0.106 (0.078)	38	36	33	30	28	25	22	20	18	17	16	17	18	21	24	28	32	36	39	41	43	43	42	40

Fuente: Edward G. Pita, *Acondicionamiento de aire acondicionado: principios y sistemas*, 2da ed., traducción de Virgilio González Pozo (México: Compañía Editorial Continental, 2000), 137.

Anexo 5. Valores de R para el aire según dirección del flujo de calor

En la tabla que prosigue se presenta los valores de resistencia térmica teniendo en cuenta la posición del espacio de aire y la dirección del flujo de calor.

Posición del Espacio de aire		Dirección del flujo de calor	Espesor del espacio de aire plg	Resistencia térmica		
				Foil de aluminio brillante	Papel de aluminio pintado	No reflectivo
No 1 Superficie de aire quieta						
a	Horizontal	Arriba		1.32	1.10	0.61
b	Pendiente de 45	Arriba		1.37	1.14	0.62
c	Vertical	Horizontal		1.70	1.35	0.68
d	Pendiente de 45	Abajo		2.22	1.67	0.76
e	Horizontal	Abajo		4.55	2.70	0.92
No 2 Espacio de aire						
a	Horizontal	Arriba, invierno	3/4 - 4	2.06	1.62	0.85
b	Horizontal	Arriba, verano	3/4 - 4	2.75	1.87	0.80
c	Pendiente de 45	Arriba, invierno	3/4 - 4	2.22	1.71	0.88
d	Vertical	Horizontal, invierno	3/4 - 4	2.62	1.94	0.94
e	Vertical	Horizontal, verano	3/4 - 4	3.44	2.16	0.91
f	Pendiente de 45	Abajo, verano	3/4 - 4	4.36	2.50	0.90
g	Horizontal	Abajo, invierno	3/4	3.55	2.39	1.02
h	Horizontal	Abajo, verano	3/4	3.25	2.08	0.84
i	Horizontal	Abajo, invierno	1 1/2	5.74	3.21	1.14
j	Horizontal	Abajo, verano	1 1/2	5.24	2.76	0.93
k	Horizontal	Abajo, invierno	4	8.94	4.02	1.23
l	Horizontal	Abajo, verano	4	8.08	3.38	0.99
No 3 Superficie de aire móvil (cualquier dirección de la pared)						
a	15 mph, invierno					0.17
b	7 1/2 mph, verano					0.25

Fuente: Bracamonte y Comas. "Determinación de la carga térmica adecuada para la correcta..."..., 43.

Anexo 6. Resistencia térmica de los materiales que conforman las paredes

En la tabla que prosigue se presenta los valores de resistencia térmica de los materiales que comúnmente son utilizados en la conformación de las paredes de los diversos recintos.

DESCRIPCIÓN		Densidad lb/pie ³	Resistencia Térmica	
			Por pulgada de espesor	Para el espesor listado
No 4 Lámina de construcción, paneles, recubrimientos, etc				
a	Lámina de asbesto - cemento	120	0.25	
b	Lámina de asbesto - cemento 1/8 plg	120		0.03
c	Lámina de yeso o repello 3/8 plg	50		0.32
d	Lámina de yeso o repello 1/2 plg	50		0.45
e	Madera prensada	34	1.25	
f	Madera prensada 1/4 plg	34		0.31
g	Madera prensada 3/8 plg	34		0.47
h	Madera prensada 1/2 plg	34		0.63
i	Madera prensada 5/8 plg	34		0.78
j	Madera prensada o paneles de madera 25/32 plg			0.94
k	Lámina de fibra de madera, laminada u homogénea	26	2.38	
		31	2.00	
		33	1.82	
l	Fibra de madera de tipo lámina dura	65	0.72	
m	Fibra de madera de tipo lámina dura 1/4 plg	65		0.18
n	Madera, recubrimiento de pino o abeto 1/4 plg			0.98
o	Madera, pino o abeto 1 5/8 plg			2.03
No 5 Papel de construcción				
a	Felpa permeable al vapor			0.06
b	Sello de vapor, dos capas o con felpa 1.5 lb			0.12
c	Sello de vapor, película de plástico			Negl
No 6 Materiales para piso				
a	Alfombra y fibra			2.08
b	Alfombra y caucho			1.23
c	Tablón de corcho 1/8 plg			0.28
d	Tablón o linóleo - valor promedio - 1/8 plg			0.05
e	Granito pulido 1/8 plg			0.08
f	Subpiso de madera 25/32 plg			0.98
g	Madera, acabado de madera dura 3/4 plg			0.68
No 7 Materiales para aislamiento, manta y bloque				
a	Fibra de algodón	0.8 - 2.0	3.85	
b	Lana mineral, en forma de fibra (2 - 2 3/4) plg procesado de roca, piedra (3 - 3 1/2) plg o vidrio (3 1/2 - 3 5/8) plg (5 1/4 - 6 1/2) plg (6 - 7) plg	1.5 - 4.0		7.00
				11.00
				13.00
				19.00
				22.00
c	Fibra de madera	3.2 - 3.6	4.00	
No 8 Materiales para aislamiento, láminas				
a	Fibra de vidrio	9.5 - 11.0	4.00	
b	Lámina acústica de madera o fibra de caña 1/2 plg			1.19
c	Lámina acústica de madera o fibra de caña 3/4 plg			1.78
d	Madera o fibra de caña, acabado interior	15.0	2.86	
e	Madera o fibra de caña, acabado interior 1/2 plg	15.0		1.43
f	Losa para techo aproximadamente 1 5/8 plg			4.17
g	Losa para techo aproximadamente 2 plg			5.56
h	Losa para techo aproximadamente 3 plg			8.33
i	Recubrimiento, impregnado o laminado	20.0	2.63	
j	Recubrimiento, impregnado o laminado 1/2 plg	20.0		1.32
k	Recubrimiento, impregnado o laminado 25/32 plg	20.0		2.06

DESCRIPCIÓN	Densidad lb/pie ³	Resistencia Térmica	
		Por pulgada de espesor	Para el espesor listado
No 9 Materiales para aislamiento, láminas y losas			
a Vidrio celular	9.0	2.50	
b Ureano expandido		5.88	
c Caucho expandido	4.5	4.55	
d Cabello con asfalto	8.5	3.00	
e Poliestireno expandido, moldeado	1.0	3.57	
f Poliestireno expandido, extruido	2.2	5.00	
g Viruta de madera, en láminas preformadas	22.0	1.82	
h Lámina mineral con resina	15.0	3.45	
i Lámina mineral con asfalto	15.0	3.22	
No 10 Materiales para aislamiento, llenado flojo			
a Papel macerado o productos de pulpa	2.5 - 3.5	3.57	
b Lana mineral, vidrio, piedra o roca	2.0 - 5.0	3.33	
c Aserrín o viruta	8.0 - 15.0	2.22	
d Aerogel de sílica	7.6	5.88	
e Vermiculita expandida	7.0 - 8.2	2.08	
f Fibra de madera, madera de cedro o abeto	2.0 - 3.5	3.33	
g Fibra de madera, madera de cedro o abeto	3.0	3.22	
h Fibra de madera, madera de cedro	4.0	3.57	
i Fibra de madera, madera de cedro	4.5	3.84	
No 11 Aislamiento de techo, preformado para uso sobre base			
a Aproximadamente 1 plg			2.78
b Aproximadamente 2 plg			5.56
No 12 Materiales de mampostería, concretos			
a Mortero	116	0.20	
b Concreto con fibra de yeso, 87.5 % yeso, 12.5 % madera	51	0.60	
c Inclusiones agregados ligeros	120	0.19	
	100	0.28	
Arcilla expandida, arcilla pizarrosa, escorias expandidas, cenizas, piedra pómez, perlita, vermiculita, también concreto celular	80	0.40	
	60	0.59	
	40	0.86	
	30	1.11	
	20	1.43	
d Arena y grava o agregado de piedra, secado en horno	140	0.11	
e Arena y grava o agregado de piedra, sin secar	140	0.08	
f Estuco	116	0.20	
No 13 Materiales de Recubrimiento			
a Repello de concreto con agregado de arena	115	0.20	
b Repello de concreto con agregado de arena 1/2 plg			0.10
c Repello de concreto con agregado de arena 3/4 plg			0.15
d Repello de yeso, con agregado liviano 1/2 plg	45		0.32
e Repello de yeso, con agregado liviano 5/8 plg	45		0.39
f Repello de yeso, con agregado liviano 3/4 plg			0.47
g Repello de yeso, con agregado de perlita	45	0.67	
h Repello de yeso, con agregado de arena	105	0.18	
i Repello de yeso, con agregado de arena 1/2 plg	105		0.09
j Repello de yeso, con agregado de arena 5/8 plg	105		0.11
k Repello de yeso con agregado de arena sobre base de metal 3/4 plg			0.10
l Repello de yeso con agregado de arena sobre base de madera			0.40
m Repello de yeso, con agregado de vermiculita	45	0.59	
No 14 Unidades de mampostería			
a Ladrillo común	120	0.20	
b Ladrillo, a la vista	130	0.11	
c Bloque hueco, una celda 3 plg			0.80
d Bloque hueco, una celda 4 plg			1.11
e Bloque hueco, dos celdas 6 plg			1.52
f Bloque hueco, dos celdas 8 plg			1.85
g Bloque hueco, dos celdas 10 plg			2.22
h Bloque hueco, tres celdas 12 plg			2.50
i Piedra, losa o arena		0.08	
j Teja de yeso para partición, 3 plg x 12 plg x 30 plg - sólido			1.26
k Teja de yeso para partición, 3 plg x 12 plg x 30 plg - célula			1.35
l Teja de yeso para partición, 4 plg x 12 plg x 30 plg - célula			1.67

Fuente: Bracamonte y Comas. "Determinación de la carga térmica adecuada para la correcta..."..., 44-45.

Anexo 7. Valores del Coeficiente CLTD según orientación de las paredes

En la tabla que prosigue se presenta los valores estándar de CLTD para el cálculo de cargas de refrigeración sensibles de las paredes iluminadas por el sol, en base a los cuales se pudo calcular el CLTD corregido para la pared sur.

Facing	Solar time, h																								Hours of maxi- mum CLTD	Mini- mum CLTD	Maxi- mum CLTD	Difference in CLTD
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24				
Group C walls: typical, outside 1-in. stucco, 2-in. insulation (5.7lb/ft³), 4-in. concrete, 0.75-in. plaster or gypsum, inside $U = 0.119$ Btu/h·ft²·°F; mass, 63 lb/ft²																												
N	15	14	13	12	11	10	9	8	8	7	7	8	8	9	10	12	13	14	15	16	17	17	17	16	22	7	17	10
NE	19	17	16	14	13	11	10	10	11	13	15	17	19	20	21	22	22	23	23	23	23	22	21	20	20	10	23	13
E	22	21	19	17	15	14	12	12	14	16	19	22	25	27	29	29	30	30	30	29	28	27	26	24	18	12	30	18
SE	22	21	19	17	15	14	12	12	12	13	16	19	22	24	26	28	29	29	29	29	28	27	26	24	19	12	29	17
S	21	19	18	16	15	13	12	10	9	9	9	10	11	14	17	20	22	24	25	26	25	25	24	22	20	9	26	17
SW	29	17	25	22	20	18	16	15	13	12	11	11	11	13	15	18	22	26	29	32	33	33	32	31	22	11	33	22
W	31	29	27	25	22	20	18	16	14	13	12	12	12	13	14	16	20	24	29	32	35	35	35	33	22	12	35	23
NW	25	23	21	20	18	16	14	13	11	10	10	10	10	11	12	13	15	18	22	25	27	27	27	26	22	10	27	17
Group D walls: typical, outside 1-in. stucco, 4-in. concrete, 1- or 2-in. insulation (2 lb/ft³), 0.75-in. plaster or gypsum, inside $U = 0.119-0.20$ Btu/h·ft²·°F; mass, 63 lb/ft²																												
N	15	13	12	10	9	7	6	6	6	6	6	7	8	10	12	13	15	17	18	19	19	19	18	16	21	6	19	13
NE	17	15	13	11	10	8	7	8	10	14	17	20	22	23	23	24	24	25	25	24	23	22	20	18	19	7	25	18
E	19	17	15	13	11	9	8	9	12	17	22	27	30	32	33	33	32	32	31	30	28	26	24	22	16	8	33	25
SE	20	17	15	13	11	10	8	8	10	13	17	22	26	29	31	32	32	32	31	30	28	26	24	22	17	8	32	24
S	19	17	15	13	11	9	8	7	6	6	7	9	12	16	20	24	27	29	29	29	27	26	24	22	19	6	29	23
SW	28	25	22	19	16	14	12	10	9	8	8	8	10	12	16	21	27	32	36	38	38	37	34	31	21	8	38	30
W	31	27	24	21	18	15	13	11	10	9	9	9	10	11	14	18	24	30	36	40	41	40	38	34	21	9	41	32
NW	25	22	19	17	14	12	10	9	8	7	7	8	9	10	12	14	18	22	27	31	32	32	30	27	22	7	32	25
Group G walls: typical, outside 1-in. stucco, airspace; 1-, 2-, or 3-in. insulation (2 lb/ft³); 0.75-in. plaster or gypsum, inside $U = 0.081-0.78$ Btu/h·ft²·°F; mass, 16 lb/ft²																												
N	3	2	1	0	-1	2	7	8	9	12	15	18	21	23	24	24	25	26	22	15	11	9	7	5	18	-1	26	27
NE	3	2	1	0	-1	9	27	36	39	35	30	26	26	27	27	26	25	22	18	14	11	9	7	5	9	-1	39	40
E	4	2	1	0	-1	11	31	47	54	55	50	40	33	31	30	29	27	24	19	15	12	10	8	6	10	-1	55	56
SE	4	2	1	0	-1	5	18	32	42	49	51	48	42	36	32	30	27	24	19	15	12	10	8	6	11	-1	51	52
S	4	2	1	0	-1	0	1	5	12	22	31	39	45	46	43	37	31	25	20	15	12	10	8	5	14	-1	46	47
SW	5	4	3	1	0	0	2	5	8	12	16	26	38	50	59	63	61	52	37	24	17	13	10	8	16	0	63	63
W	6	5	3	2	1	1	2	5	8	11	15	19	27	41	56	67	72	67	48	29	20	15	11	8	17	1	72	71
NW	5	3	2	1	0	0	2	5	8	11	15	18	21	27	37	47	55	55	41	25	17	13	10	7	18	0	55	55

Fuente: Shan K. Wang, *Handbook of air conditioning and refrigeration*, 2nd ed. (New York: McGraw-Hill, 2001), 6.22.

Anexo 8. Tabla para Corrección de CLTD por latitud y mes para paredes y techos

En la tabla que prosigue se presenta la corrección de la DTCE por latitud y mes, para a
cuenta las latitudes norte (valores estándar de LM), se calculan los valores para
geográficas, en base a interpolaciones.

Latitud	Mes	N	NNE NNW	NE NW	ENE WNW	E W	V
0	Dic	-3	-5	-5	-5	-2	
	Ene/Nov	-3	-5	-4	-4	-1	
	Feb/Oct	-3	-2	-2	-2	-1	
	Mar/Sept	-3	0	1	-1	-1	
	Abr/Ago	5	4	3	0	-2	
	May/Jul	10	7	5	0	-3	
	Jun	12	9	5	0	-3	
8	Dic	-4	-6	-6	-6	-3	
	Ene/Nov	-3	-5	-6	-5	-2	
	Feb/Oct	-3	-4	-3	-3	-1	
	Mar/Sept	-3	-2	-1	-1	-1	
	Abr/Ago	2	2	2	0	-1	
	May/Jul	7	5	4	0	-2	
	Jun	9	6	4	0	-2	
16	Dic	-4	-6	-8	-8	-4	
	Ene/Nov	-4	-6	-7	-7	-4	
	Feb/Oct	-3	-5	-5	-4	-2	
	Mar/Sept	-3	-3	-2	-2	-1	
	Abr/Ago	-1	0	-1	-1	-1	
	May/Jul	4	3	3	0	-1	
	Jun	6	4	4	1	-1	
24	Dic	-5	-7	-9	-10	-7	
	Ene/Nov	-4	-6	-8	-9	-6	
	Feb/Oct	-4	-5	-6	-6	-3	
	Mar/Sept	-3	-4	-3	-3	-1	
	Abr/Ago	-2	-1	0	-1	-1	
	May/Jul	1	2	2	0	0	
	Jun	3	3	3	1	0	
32	Dic	-5	-7	-10	-11	-8	
	Ene/Nov	-5	-7	-9	-11	-8	
	Feb/Oct	-4	-6	-7	-8	-4	
	Mar/Sept	-3	-4	-4	-4	-2	
	Abr/Ago	-2	-2	-1	-2	0	
	May/Jul	1	1	1	0	0	
	Jun	1	2	2	1	0	
40	Dic	-6	-8	-10	-13	-10	
	Ene/Nov	-5	-7	-10	-12	-9	
	Feb/Oct	-5	-7	-8	-9	-6	
	Mar/Sept	-4	-5	-5	-6	-3	
	Abr/Ago	-2	-3	-2	-2	0	
	May/Jul	0	0	0	0	0	
	Jun	1	1	1	0	1	

Anexo 9. Procedimiento para determinar CLTD corregido

Para corregir la Carga de Enfriamiento por Diferencia de Temperaturas (CLTD, por sus siglas en inglés), seguimos el procedimiento presentado por Edward G. Pita³⁹; en ese respecto tenemos la fórmula:

$$CLTD_{Corr} = [(CLTD + LM)K + (78 - t_R) + (t_o - 85)]f$$

Donde:

CLTD_{corr}: Carga de enfriamiento de diferencial de temperatura corregida, basada en las condiciones para las paredes (°F).

CLTD: Carga de enfriamiento por diferencia de temperaturas que están en tablas (°F).

LM: Corrección mensual de latitud en techos. Este valor se determina por interpolación de valores según latitud y orientación usando tablas (Ver: «Anexo 8. Tabla para Corrección de CLTD por latitud y mes para paredes y techos»).

K: Factor de corrección o ajuste de color.

K = 1.0 para superficies oscuras o áreas industriales.

K = 0.5 para techos de color, claro en zonas rurales.

K = 0.65 para paredes de color claro en zonas rurales.

(78 – T_R): Corrección de temperatura interior (°F).

(T_o – 85): Corrección de temperatura de diseño exterior (°F).

³⁹ Edward G. Pita, *Acondicionamiento de aire acondicionado...*, 137 y 141.

Anexo 10. Coeficiente U para componentes de edificación

Construcción	Valor de U en BTU/h-ft ² -°F	
	Verano	Invierno
PAREDES		
Marco con laterales de madera, recubrimiento y acabado interior		
Sin aislamiento	.22	.23
Aislamiento R-7 (2 a 2 1/2 in)	.09	.09
Aislamiento R-11 (3 a 3 1/2 in)	.07	.07
Marco con ladrillo de 4 in o acabado de piedra, recubrimiento y acabado interior		
Si aislamiento	.24	.24
Aislamiento R-7	.09	.09
Aislamiento R-11	.07	.07
Marco con estuco de 1 in, recubrimiento y acabado interior		
Sin aislamiento	.29	.29
Aislamiento R-7	.10	.10
Aislamiento R-11	.07	.07
Mampostería:		
Block de concreto de 8 in, sin acabados	.49	.51
Block de concreto de 12 in, sin acabados	.45	.47
Mampostería (block de concreto de 8 in):		
Acabados interiores:		
tablero aplanado de yeso (1/2 in); sin aislamiento	.29	.30
tablero aplanado con respaldo de hoja (1/2 in); sin aislamiento	.29	.30
tablero aislante de poliestireno de 1 in (R-5); y tablero de yeso de 1/2 in	.13	.13
Mampostería (block de 8 in de ceniza o tabique cerámico hueco):		
Acabado interior:		
tablero de pared de yeso aplanado (1/2 in); sin aislamiento	.25	.25
tablero de pared de yeso aplanado con respaldo de hoja (1/2 in); sin aislamiento	.17	.17
tablero aislante (R-5) de poliestireno de 1 in tablero de yeso aplanado de 1/2 in.	.12	.12
Mampostería (ladrillo de vista de 4 in y bloque de cenizas de 8 in o tabique cerámica de 8 in hueco):		
Acabado interior:		
tablero de pared de yeso aplanado (1/2 in); sin aislamiento	.22	.22
tablero de pared de yeso aplanado con respaldo de hoja (1/2 in); sin aislamiento	.15	.16
tablero aislante (R-5) de poliestireno de 1 in, y tablero de yeso aplanado de 1/2 in	.12	.12
Mampostería (tabique hueco de cerámica de 12 in o bloque de cenizas de 12 in):		
Acabado interior:		
tablero aplanado de yeso (1/2 in); sin aislamiento	.24	.24
tablero aplanado de yeso con respaldo de hoja (1/2 in); sin aislamiento	.16	.17
tablero aislante de poliestireno de 1 in (R-5), y tablero aplanado de yeso de 1/2 in	.12	.12
Mampostería (ladrillo de vista de 4 in, ladrillo común de 4 in):		
Acabado interior:		
tablero aplanado de yeso (1/2 in); sin aislamiento	.28	.28
tablero aplanado de yeso con respaldo de hoja (1/2 in); sin aislamiento	.18	.18
tablero aislante de poliestireno de 1 in (R-5) y tablero aplanado de yeso de 1/2 in	.13	.13
Mampostería (Concreto de 8 in. ó Piedra de 8 in.)		
Acabado interior:		
tablero aplanado de yeso (1/2 in); sin aislamiento	.33	.34
tablero aplando de yeso con respaldo de hoja (1/2 in.) sin aislamiento	.21	.21
tablero aislante de poliestireno de 1in. (R5) y tablero aplanado de yeso de 1/2 in.	.14	.14
Metal con recubrimiento interior vinílico, R-7 (bloque de fibra de vidrio de 3 in)	.14	.14
PARTICIONES		
Marco (tablero aplanado de yeso de 1/2 in sólo de un lado):		
Sin aislamiento	.55	.55
Marco (tablero aplanado de yeso de 1/2 in a ambos lados):		
Sin aislamiento	.31	.31
Aislamiento R-11	.08	.08
Mampostería (bloque de cenizas de 4 in):		
Si aislamiento, sin acabados	.40	.40
Sin aislamiento, tablero aplanado de yeso de 1/2 in de un lado	.26	.26
Sin aislamiento, tablero aplanado de yeso de 1/2 in a ambos lados	.19	.19
Tablero aislante de poliestireno de 1 in (R-5) y tablero aplanado de yeso de 1/2 in, ambos sólo de un lado	.13	.13

Construcción	Valor de U en BTU/h-ft ² -°F	
	Verano	Invierno
CIELOS Y PISOS		
Marco (piso de loseta asfáltica, triplay de 5/8 in, contrapiso de madera de 25/32 in, cielo raso terminado):		
Flujo de calor hacia arriba	.23	.23
Flujo de calor hacia abajo	.20	.19
Concreto (piso de loseta asfáltica, cubierta de concreto de 4 in, espacio de aire, cielo raso terminado):		
Flujo de calor hacia arriba	.34	.33
Flujo de calor hacia abajo	.26	.25
TECHO (techo plano, sin cielo raso)		
Cubierta de acero:		
Sin aislamiento	.64	.86
Aislamiento de 1 in (R-2.78)	.23	.25
Aislamiento de 2 in (R-5.56)	.15	.16
Cubierta de madera de 1 in:		
Sin aislamiento	.40	.48
Aislamiento de 1 in (R-2.78)	.19	.21
Aislamiento de 2 in (R-5.56)	.12	.13
Cubierta de madera de 2.5 in:		
Sin aislamiento	.25	.26
Aislamiento de 1 in (R-2.78)	.15	.16
Aislamiento de 2 in (R-5.56)	.10	.11
Cubierta de madera de 4 in:		
Sin aislamiento	.17	.18
Aislamiento de 1 in (R-2.78)	.12	.12
Aislamiento de 2 in (R-5.56)	.09	.09
TECHO Y CIELO RASO (techo plano, cielo raso terminado)		
Cubierta de acero:		
Sin aislamiento	.33	.40
Aislamiento de 1 in (R-2.78)	.17	.19
Aislamiento de 2 in (R-5.56)	.12	.13
Cubierta de madera de 1 in:		
Sin aislamiento	.26	.29
Aislamiento de 1 in (R-2.78)	.15	.16
Aislamiento de 2 in (R-5.56)	.11	.11
Cubierta de madera de 2.5 in:		
Sin aislamiento	.18	.20
Aislamiento de 1 in (R-2.78)	.12	.13
Aislamiento de 2 in (R-5.56)	.09	.10
Cubierta de madera de 4 in:		
Sin aislamiento	.14	.15
Aislamiento de 1 in (R-2.78)	.10	.10
Aislamiento de 2 in (R-5.56)	.08	.08
Cubierta de concreto ligero de 4 in:		
Sin aislamiento	.14	.15
Cubierta de concreto ligero de 6 in:		
Sin aislamiento	.10	.11
Cubierta de concreto ligero de 8 in:		
Sin aislamiento	.08	.09
Cubierta de concreto normal de 2 in:		
Sin aislamiento	.32	.38
Aislamiento de 1 in (R-2.78)	.17	.19
Aislamiento de 2 in (R-5.56)	.11	.12
Cubierta de concreto normal de 4 in:		
Sin aislamiento	.30	.36
Aislamiento de 1 in (R-2.78)	.16	.18
Aislamiento de 2 in (R-5.56)	.11	.12
Cubierta de concreto normal de 6 in:		
Sin aislamiento	.28	.33
Aislamiento de 1 in (R-2.78)	.16	.17
Aislamiento de 2 in (R-5.56)	.11	.12

Construcción	Valor de U en BTU/h-ft ² -°F	
	Verano	Invierno
TECHO - CIELO RASO (techo inclinado, marco de madera, cielo terminado en largueros)		
Sin aislamiento	.28	.29
Aislamiento R-19 (5 1/2 a 6 1/2 in)	.05	.05
TECHO-TAPANCO-CIELO RASO (tapanco con ventilación natural)		
Sin aislamiento	.15	.29
Aislamiento R-19 (5 1/2 a 6 1/2 in)	.04	.05
PISOS		
Piso sobre espacio no acondicionado, sin cielo raso		
Marco de madera:		
Sin aislamiento	.33	.27
Aislamiento R-7 (2 a 2 1/2 in)	.09	.08
Cubierta de concreto:		
Sin aislamiento	.59	.43
Aislamiento R-7	.10	.09
PUERTAS		
Madera maciza:		
de 1 in de espesor	.61	.64
de 1 1/2 in de espesor	.47	.49
de 2 in de espesor	.42	.43
Acero:		
de 1 1/2 in de espesor con relleno de lana mineral	.58	.59
de 1 1/2 in de espesor con relleno de poliestireno	.46	.47
de 1 1/2 in de espesor con relleno de espuma de uretano	.39	.40

Fuente: Edward G. Pita, *Acondicionamiento de aire acondicionado: principios y sistemas*, 2da ed., traducción de Virgilio González Pozo (México: Compañía Editorial Continental, 2000), 548-530.

Anexo 11. Valores de CLTD de las ventanas

Solar Time, h	CLTD, °C	Solar Time, h	CLTD, °C
0100	1	1300	7
0200	0	1400	7
0300	-1	1500	8
0400	-1	1600	8
0500	-1	1700	7
0600	-1	1800	7
0700	-1	1900	6
0800	0	2000	4
0900	1	2100	3
1000	2	2200	2
1100	4	2300	2
1200	5	2400	1

Fuente: Robert A. Parsons, *ASHRAE HANDBOOK* (Atlanta: ASHRAE Handbook Committee, 1997), 28.49.

Tabla para calcular las diferencias de conducción de carga de enfriamiento a través de un vidrio

Hora	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
CLTD,F	0	-2	-2	0	4	9	13	14	12	8	4	2

Fuente: Edward G. Pita, *Acondicionamiento de aire acondicionado: principios y...*, 142.

Anexo 12. Coeficiente total de transferencia de calor en ventanas

En la tabla que prosigue se presentan los valores del coeficiente total de transferencia de calor (U), para diversos tipos de ventanas.

Factores U (coeficientes de transferencia de calor) totales para ventanas y tragaluces diversos, en $W/m^2 \cdot ^\circ C$

Tipo →	Sólo sección del vidrio (encristalado)			Marco de aluminio (sin interrupción térmica)			Marco de madera o de vinilo					
	Centro del vidrio	Borde del vidrio		Fijo	De doble batiente	Tragaluz inclinado	Fijo	De doble batiente	Tragaluz inclinado			
Ancho del marco →	(No aplicable)			32 mm (1¼ in)	53 mm (2 in)	19 mm (¾ in)	41 mm (1½ in)	88 mm (3½ in)	23 mm (1 in)			
Tipo de espaciador →	—	Metálico	Aislante	Todos	Todos	Todos	Metálico	Aislante	Metálico	Aislante	Metálico	Aislante
Tipo de cristalizado												
Encristalado de una sola hoja												
Vidrio de 3 mm (⅜ in)	6.30	6.30	—	6.63	7.16	9.88	5.93	—	5.57	—	7.57	—
Acrílico de 6.4 mm (¼ in)	5.28	5.28	—	5.69	6.27	8.86	5.02	—	4.77	—	6.57	—
Acrílico de 3 mm (⅜ in)	5.79	5.79	—	6.16	6.71	9.94	5.48	—	5.17	—	7.63	—
Encristalado doble (sin recubrimiento)												
Espacio de aire de 6.4 mm	3.24	3.71	3.34	3.90	4.55	6.70	3.26	3.16	3.20	3.09	4.37	4.22
Espacio de aire de 12.7 mm	2.78	3.40	2.91	3.51	4.18	6.65	2.88	2.76	2.86	2.74	4.32	4.17
Espacio de argón de 6.4 mm	2.95	3.52	3.07	3.66	4.32	6.47	3.03	2.91	2.98	2.87	4.14	3.97
Espacio de argón de 12.7 mm	2.61	3.28	2.76	3.36	4.04	6.47	2.74	2.61	2.73	2.60	4.14	3.97
Encristalado doble [$e = 0.1$, recubrimiento sobre una de las superficies del espacio de aire (superficie 2 o 3, contando desde el exterior hacia el interior)]												
Espacio de aire de 6.4 mm	2.44	3.16	2.60	3.21	3.89	6.04	2.59	2.46	2.60	2.47	3.73	3.53
Espacio de aire de 12.7 mm	1.82	2.71	2.06	2.67	3.37	6.04	2.06	1.92	2.13	1.99	3.73	3.53
Espacio de argón de 6.4 mm	1.99	2.83	2.21	2.82	3.52	5.62	2.21	2.07	2.26	2.12	3.32	3.09
Espacio de argón de 12.7 mm	1.53	2.49	1.83	2.42	3.14	5.71	1.82	1.67	1.91	1.78	3.41	3.19
Encristalado triple (sin recubrimiento)												
Espacio de aire de 6.4 mm	2.16	2.96	2.35	2.97	3.66	5.81	2.34	2.18	2.36	2.21	3.48	3.24
Espacio de aire de 12.7 mm	1.76	2.67	2.02	2.62	3.33	5.67	2.01	1.84	2.07	1.91	3.34	3.09
Espacio de argón de 6.4 mm	1.93	2.79	2.16	2.77	3.47	5.57	2.15	1.99	2.19	2.04	3.25	3.00
Espacio de argón de 12.7 mm	1.65	2.58	1.92	2.52	3.23	5.53	1.91	1.74	1.98	1.82	3.20	2.95
Encristalado triple [$e = 0.1$, recubrimiento sobre una de las superficies de los espacios de aire (superficie 3 y 5, contando desde el exterior hacia el interior)]												
Espacio de aire de 6.4 mm	1.53	2.49	1.83	2.42	3.14	5.24	1.81	1.64	1.89	1.73	2.92	2.66
Espacio de aire de 12.7 mm	0.97	2.05	1.38	1.92	2.66	5.10	1.33	1.15	1.46	1.30	2.78	2.52
Espacio de argón de 6.4 mm	1.19	2.23	1.56	2.12	2.85	4.90	1.52	1.35	1.64	1.47	2.59	2.33
Espacio de argón de 12.7 mm	0.80	1.92	1.25	1.77	2.51	4.86	1.18	1.01	1.33	1.17	2.55	2.28

Notas:

1) Multiplíquese por 0.176 para obtener los factores U en $Btu/h \cdot ft^2 \cdot ^\circ F$.

2) Los factores U dados en esta tabla incluyen los efectos de los coeficientes de transferencia de calor sobre las superficies y están basados en las condiciones de invierno de temperatura del aire en el exterior de $-18^\circ C$ y temperatura del aire en el interior de $21^\circ C$, con vientos en el exterior de 24 km/h (15 mph) y flujo solar cero. Los cambios pequeños en las temperaturas en el interior y el exterior no afectarán mucho los factores U totales. Se supone que las ventanas están verticales y que los tragaluces están inclinados 20° respecto a la horizontal con el flujo de calor hacia arriba. Los espaciadores de aislamiento son de madera, fibra de vidrio o butilo. Se supone que los efectos del borde del vidrio se extienden sobre la banda de 65 mm alrededor del perímetro de cada encristalado. Los tamaños de los productos son de $1.2 m \times 1.8 m$, para las ventanas fijas, de $1.8 m \times 2.0 m$, para las ventanas de doble batiente, y de $1.2 m \times 0.6 m$, para los tragaluces, pero los valores dados también se pueden usar para productos de tamaños semejantes. Todos los datos están basados en vidrio de 3 mm (⅜ in), a menos que se haya hecho notar lo contrario.

Fuente: Yunus A. Çengel, *Transferencia de calor y masa: un enfoque práctico*, traducción de José Hernán Pérez Castellanos y Javier Enríquez Brito (México: McGraw-Hill/Interamericana Editores, S.A. de C.V., 2007), 539.

Anexo 13. Tabla para seleccionar el factor SC para ventanas

En la tabla que prosigue se presenta los valores para determinar los “coeficientes de selección solar” para vidrio de un solo panel.

Visible Transmission (VT), Shading Coefficient (SC), and Solar Heat Gain Coefficient (SHGC) Normal Incidence for Single Pane Glass and Insulating Glass Units											
Glazing System			Center Glazing VT	Center Glazing SC	Glazing SHGC at Specified Incidence Angles					Total SHGC Normal Incidence	
Glass Thick, ID mm							Hemis. (Diffuse)	Aluminum Operable			
		Normal 0°			40°	50°			60°		70°
Uncoated Single Glazing											
1a	3.2	Clear	0.90	1.00	0.86	0.85	0.83	0.78	0.67	0.78	0.75
1b	6.4	Clear	0.89	0.94	0.81	0.80	0.77	0.73	0.62	0.73	0.71
1c	3.2	Bronze	0.68	0.85	0.73	0.71	0.69	0.64	0.55	0.65	0.64
1d	6.4	Bronze	0.55	0.73	0.62	0.60	0.58	0.54	0.46	0.55	0.55
1e	3.2	Green	0.82	0.82	0.71	0.68	0.66	0.62	0.53	0.63	0.62
1f	6.4	Green	0.74	0.68	0.58	0.56	0.54	0.51	0.44	0.52	0.51
1g	3.2	Gray	0.62	0.82	0.70	0.68	0.66	0.61	0.53	0.63	0.61
1h	6.4	Gray	0.43	0.65	0.56	0.53	0.51	0.48	0.41	0.49	0.50
1i	6.4	Bluegreen	0.75	0.72	0.62	0.59	0.57	0.54	0.46	0.55	0.55
Reflective Single Glazing											
1j	6.4	SS on CLR 8%	0.08	0.22	0.19	0.19	0.18	0.17	0.15	0.17	0.18
1k	6.4	SS on CLR 14%	0.14	0.29	0.25	0.25	0.24	0.23	0.20	0.23	0.23
1l	6.4	SS on CLR 20%	0.20	0.36	0.31	0.30	0.30	0.28	0.24	0.28	0.28
1m	6.4	SS on GRN 14%	0.12	0.29	0.25	0.25	0.24	0.23	0.20	0.23	0.23
1n	6.4	TI on CLR 20%	0.20	0.34	0.29	0.29	0.28	0.26	0.23	0.27	0.27
1o	6.4	TI on CLR 30%	0.30	0.45	0.39	0.38	0.37	0.35	0.30	0.35	0.35
Uncoated Double Glazing											
5a	3.2	CLR CLR	0.81	0.87	0.75	0.73	0.70	0.63	0.49	0.65	0.66
5b	6.4	CLR CLR	0.78	0.81	0.70	0.68	0.65	0.58	0.45	0.60	0.61
5c	3.2	BRZ CLR	0.62	0.72	0.62	0.59	0.57	0.51	0.39	0.53	0.55
5d	6.4	BRZ CLR	0.48	0.59	0.50	0.47	0.45	0.40	0.31	0.42	0.45
5e	3.2	GRN CLR	0.74	0.70	0.60	0.57	0.55	0.49	0.38	0.51	0.53
5f	6.4	GRN CLR	0.66	0.54	0.47	0.44	0.42	0.38	0.30	0.40	0.42
5g	3.2	GRY CLR	0.56	0.69	0.59	0.57	0.54	0.48	0.37	0.50	0.52
5h	6.4	GRY CLR	0.40	0.51	0.44	0.42	0.40	0.35	0.28	0.38	0.39
5i	6.4	BLUGRN CLR	0.67	0.58	0.50	0.47	0.45	0.40	0.32	0.43	0.45
5j	6.4	HI-P GRN CLR	0.59	0.46	0.39	0.37	0.35	0.31	0.25	0.33	0.35
Reflective Double Glazing											
5k	6.4	SS on CLR 8%,CLR	0.07	0.15	0.13	0.13	0.12	0.12	0.10	0.12	0.13
5l	6.4	SS on CLR 14%, CLR	0.13	0.20	0.17	0.17	0.16	0.15	0.12	0.15	0.17
5m	6.4	SS on CLR 20%, CLR	0.18	0.26	0.22	0.21	0.21	0.19	0.16	0.19	0.21
5n	6.4	SS on GRN 14%, CLR	0.11	0.18	0.16	0.16	0.15	0.14	0.12	0.14	0.16
5o	6.4	TI on CLR 20%, CLR	0.18	0.24	0.21	0.20	0.20	0.18	0.15	0.19	0.20
5p	6.4	TI on CLR 30%, CLR	0.27	0.33	0.29	0.28	0.27	0.25	0.20	0.25	0.27
Low-e Double Glazing, e = 0.2 on Surface 2											
17a	3.2	LE CLR	0.76	0.76	0.65	0.63	0.61	0.55	0.43	0.57	0.57
17b	6.4	LE CLR	0.73	0.70	0.60	0.58	0.56	0.51	0.40	0.52	0.53
Low-e Double Glazing, e = 0.2 on Surface 3											
17c	3.2	CLR LE	0.76	0.81	0.70	0.68	0.65	0.59	0.46	0.61	0.61

Anexo 14. Tabla para seleccionar el factor SHGF para ventanas

En la tabla que prosigue se presenta los valores para determinar los “factores máximos” según mes, hora, latitud y orientación de la ventana.

Tabla para determinar la irradiancia solar (E_{DN}) y factores de ganancia de calor solar (SHGF)

Solar Irradiance (E_{DN}) and Solar Heat Gain Factors (SHGF)														
Date	Time	Solar Direct Normal W/m ²	Solar Heat Gain Factors, W/m ²											
			N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	V
Jan	7	445	17	19	138	291	390	424	396	303	155	19	17	
	8	827	45	48	174	463	662	756	734	596	359	79	45	
	9	948	67	67	102	384	630	770	791	690	481	183	69	
	10	1001	82	82	86	209	474	658	736	704	563	321	97	
	11	1025	91	91	91	96	242	467	614	663	611	462	236	
	12	1032	95	95	95	95	100	228	438	580	628	580	438	
	HALF DAY TOTALS		348	352	618	1452	2398	3153	3457	3216	2465	1344	666	
Feb	7	575	24	55	265	435	531	544	474	326	113	26	24	
	8	862	53	60	304	567	729	778	706	524	244	56	53	
	9	961	74	77	202	482	675	763	733	592	347	96	74	
	10	1006	90	91	104	291	508	636	664	593	423	193	93	
	11	1027	99	99	102	118	262	428	527	542	471	323	154	
	12	1033	103	103	103	104	108	189	336	448	487	448	336	
	HALF DAY TOTALS		390	431	1013	1922	2728	3226	3262	2790	1835	906	547	
Mar	7	633	35	167	392	543	605	578	457	259	46	33	33	
	8	857	63	157	441	647	752	740	614	389	111	61	61	
	9	942	83	110	342	564	688	708	622	435	180	85	82	
	10	983	98	103	191	378	519	575	542	424	240	106	99	
	11	1002	107	110	113	166	273	361	394	365	280	173	113	
	12	1007	111	111	112	114	117	149	215	273	294	273	215	
	HALF DAY TOTALS		443	712	1556	2381	2924	3074	2771	2026	1005	588	483	
Apr	6	44	7	24	37	43	43	37	24	7	2	2	2	
	7	622	75	297	482	589	604	528	369	141	45	42	42	
	8	806	85	312	543	681	717	644	473	217	74	70	70	
	9	884	97	248	468	609	657	608	465	244	97	90	90	
	10	923	111	171	320	444	498	476	380	231	118	108	105	
	11	942	120	126	169	228	270	276	245	188	136	121	118	
	12	948	123	123	124	125	125	129	135	141	143	141	135	
	HALF DAY TOTALS		565	1271	2126	2709	2907	2682	2058	1111	547	583	494	
May	6	138	43	94	128	141	134	106	59	11	9	9	9	
	7	607	157	378	531	602	583	474	289	76	49	49	49	
	8	770	165	415	597	689	677	564	362	121	78	76	76	
	9	844	156	365	539	625	621	525	344	141	100	96	96	
	10	882	149	281	409	477	473	397	264	139	116	111	111	
	11	901	147	198	248	273	262	220	165	130	126	123	120	
	12	906	146	144	139	134	132	131	130	129	129	129	130	
	HALF DAY TOTALS		892	1811	2534	2888	2826	2358	1553	684	541	528	526	
Jun	6	168	64	124	163	175	162	123	64	13	12	12	12	
	7	593	194	403	542	598	565	445	252	63	52	52	52	
	8	750	209	449	611	683	653	526	313	98	79	79	79	
	9	823	199	408	560	626	601	487	294	118	98	98	98	
	10	860	187	329	440	486	459	363	222	124	116	113	113	
	11	879	181	241	283	290	258	200	146	130	126	121	121	
	12	885	179	173	158	142	134	132	130	129	129	129	130	
	HALF DAY TOTALS		1122	2042	2682	2930	2762	2207	1356	612	548	540	539	
Jul	6	128	43	90	122	134	127	99	55	11	9	9	9	
	7	579	161	373	518	584	564	456	277	74	51	51	51	
	8	743	173	415	590	676	661	549	349	118	78	78	78	
	9	818	165	370	537	618	610	513	334	138	102	99	99	
	10	857	157	289	413	475	467	389	257	138	118	113	113	
	11	876	154	207	255	277	262	218	164	132	128	125	122	
	12	882	154	151	145	138	135	134	133	132	132	132	133	
	HALF DAY TOTALS		933	1829	2520	2847	2769	2298	1506	680	554	541	539	
Aug	6	36	7	21	31	37	36	31	20	6	2	2	2	
	7	569	81	289	458	555	566	493	343	131	48	45	45	
	8	757	94	315	531	660	691	617	451	206	79	74	74	
	9	838	104	258	467	598	640	589	448	235	103	95	95	
	10	879	118	183	327	443	490	464	368	224	122	114	110	

Solar Irradiance (E_{DN}) and Solar Heat Gain Factors (SHGF)

Date	Solar Time	Direct Normal W/m ²	Solar Heat Gain Factors, W/m ²										
			N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW
Jan	7	223	7	8	65	143	194	212	200	154	80	9	7
	8	754	37	39	131	404	600	698	689	571	360	89	37
	9	908	58	58	72	335	598	757	798	716	522	229	61
	10	972	73	73	75	166	454	667	772	759	631	395	119
	11	1001	82	82	82	86	229	491	667	737	695	546	299
	12	1010	85	85	85	85	90	257	504	662	716	662	504
	HALF DAY TOTALS		301	303	466	1172	2117	2971	3392	3276	2648	1592	759
Feb	7	482	19	38	212	359	444	458	405	283	105	20	19
	8	825	47	51	252	521	694	758	705	541	281	52	47
	9	938	68	70	144	434	655	770	767	646	419	132	69
	10	989	83	83	87	241	494	659	720	673	521	276	89
	11	1012	92	92	92	99	252	465	601	641	583	431	213
	12	1019	95	95	95	95	100	221	421	558	604	558	421
	HALF DAY TOTALS		355	375	809	1663	2540	3189	3381	3042	2203	1180	630
Mar	7	613	33	141	364	517	585	566	457	272	54	31	31
	8	842	58	111	390	613	737	748	642	436	152	60	58
	9	931	78	84	269	520	678	731	674	513	260	84	78
	10	973	94	96	130	325	510	610	616	528	352	148	97
	11	993	103	103	106	132	267	407	486	487	411	272	135
	12	999	106	106	106	108	112	177	301	397	432	397	301
	HALF DAY TOTALS		420	597	1328	2185	2856	3187	3057	2451	1445	784	534
Apr	6	126	19	67	104	123	124	105	70	21	7	6	6
	7	639	62	278	476	595	621	554	400	172	47	44	44
	8	808	76	251	500	659	719	669	519	277	77	70	70
	9	882	94	169	397	572	655	641	531	332	122	92	90
	10	920	107	116	236	394	496	520	466	338	177	110	104
	11	938	113	118	125	185	267	325	336	296	220	143	119
	12	944	116	118	119	121	123	143	184	221	235	221	184
	HALF DAY TOTALS		530	1069	1914	2605	2963	2913	2436	1558	770	569	515
May	6	270	80	181	248	276	264	209	120	25	18	18	18
	7	641	136	370	539	626	618	515	332	101	54	54	54
	8	781	121	358	561	675	688	598	417	169	82	78	78
	9	848	111	277	474	594	625	565	417	208	104	97	97
	10	883	119	186	323	431	474	446	349	212	121	114	111
	11	901	126	134	175	227	262	265	235	184	139	127	124
	12	906	129	129	130	131	132	134	139	144	146	144	139
	HALF DAY TOTALS		749	1551	2359	2865	2970	2648	1934	972	591	556	547
Jun	6	307	112	222	294	318	298	229	122	26	22	22	22
	7	633	175	401	557	628	605	490	297	82	57	57	57
	8	764	157	397	580	674	668	563	370	135	85	82	82
	9	829	136	322	500	597	607	529	367	168	106	101	101
	10	864	129	227	357	442	462	412	301	172	122	114	114
	11	881	132	157	204	244	259	242	200	154	132	128	126
	12	886	135	135	135	135	135	135	135	135	136	135	135
	HALF DAY TOTALS		897	1771	2530	2941	2938	2512	1717	803	590	572	567
Jul	6	255	81	176	241	266	253	200	114	25	19	19	19
	7	615	142	367	529	610	600	498	319	98	56	56	56
	8	755	128	361	556	664	673	583	404	163	85	81	81
	9	823	117	284	474	588	615	553	406	202	107	100	100
	10	858	123	194	328	431	469	437	340	206	124	117	114
	11	876	130	140	182	232	263	262	230	180	139	130	127
	12	882	133	133	133	134	135	137	141	145	146	145	141
	HALF DAY TOTALS		779	1572	2352	2830	2916	2585	1877	947	602	570	562
Aug	6	109	19	62	93	110	110	93	61	19	7	7	7
	7	588	69	273	455	564	586	521	374	161	51	47	47
	8	759	82	257	491	640	693	642	496	264	82	74	74
	9	837	100	181	398	563	638	621	512	319	123	97	95
	10	876	113	125	245	394	488	507	451	325	174	116	109
	11	896	121	124	134	193	269	320	327	287	214	145	125
	12	902	121	124	125	127	130	148	184	216	229	216	184
	HALF DAY TOTALS		565	1094	1896	2543	2869	2803	2335	1493	766	588	539
Sep	7	544	35	133	333	471	533	516	417	250	55	33	33
	8	781	61	112	374	584	701	711	611	418	151	64	61
	9	875	82	89	265	504	654	705	650	497	256	88	82
	10	920	97	100	134	320	498	593	599	514	346	151	101
	11	942	106	106	111	136	265	400	476	477	404	270	139
	12	948	110	110	110	112	117	180	298	391	424	391	298
	HALF DAY TOTALS		438	600	1280	2084	2721	3040	2925	2363	1424	793	550
Oct	7	434	20	39	197	329	406	418	369	258	96	21	20
	8	778	49	54	248	502	666	725	674	517	268	54	49

Anexo 15. Tabla para seleccionar el factor CLF para ventanas

En la tabla que prosigue se presenta los valores para determinar los “Factores de carga de enfriamiento para vidrio sin sombreado interior” (CLF) según tipo de construcción.

Cooling Load Factors for Glass without Interior Shading (includes reflective and heat absorbing glass)																										
N. Latitude	Fenestration Facing	Room Construction	Solar Time, hr																							
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
NE	L		0.17	0.14	0.11	0.09	0.08	0.33	0.42	0.48	0.56	0.63	0.71	0.76	0.80	0.82	0.82	0.79	0.80	0.84	0.61	0.48	0.38	0.31	0.25	0.20
	H		0.25	0.23	0.21	0.20	0.19	0.38	0.45	0.50	0.55	0.60	0.65	0.69	0.72	0.73	0.72	0.70	0.70	0.74	0.57	0.46	0.39	0.34	0.31	0.28
	L		0.04	0.04	0.03	0.02	0.02	0.23	0.41	0.51	0.51	0.45	0.39	0.36	0.33	0.31	0.28	0.26	0.23	0.19	0.15	0.12	0.10	0.08	0.06	0.05
	M		0.07	0.06	0.06	0.05	0.04	0.21	0.36	0.44	0.45	0.40	0.36	0.33	0.31	0.30	0.28	0.26	0.23	0.21	0.17	0.15	0.13	0.11	0.09	0.08
	H		0.09	0.08	0.08	0.07	0.07	0.23	0.37	0.44	0.44	0.39	0.34	0.31	0.29	0.27	0.26	0.24	0.22	0.20	0.16	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10
	L		0.04	0.04	0.03	0.02	0.02	0.19	0.37	0.51	0.57	0.57	0.51	0.42	0.36	0.32	0.29	0.25	0.22	0.19	0.14	0.12	0.09	0.08	0.06	0.05
SE	H		0.09	0.09	0.08	0.08	0.07	0.21	0.34	0.45	0.50	0.49	0.43	0.36	0.32	0.29	0.26	0.24	0.22	0.19	0.17	0.15	0.13	0.12	0.11	0.10
	L		0.05	0.04	0.04	0.03	0.02	0.13	0.28	0.43	0.55	0.62	0.63	0.57	0.48	0.42	0.37	0.33	0.28	0.24	0.19	0.15	0.12	0.10	0.08	0.07
	M		0.09	0.08	0.07	0.06	0.05	0.14	0.26	0.38	0.48	0.54	0.55	0.51	0.45	0.40	0.36	0.33	0.29	0.25	0.21	0.18	0.16	0.14	0.12	0.10
	H		0.11	0.10	0.10	0.09	0.08	0.17	0.28	0.40	0.49	0.53	0.53	0.48	0.41	0.36	0.33	0.30	0.27	0.24	0.20	0.18	0.16	0.14	0.13	0.12
	L		0.08	0.07	0.05	0.04	0.04	0.06	0.09	0.14	0.22	0.34	0.48	0.59	0.65	0.65	0.59	0.50	0.43	0.36	0.28	0.22	0.18	0.15	0.12	0.10
	H		0.13	0.12	0.12	0.11	0.10	0.12	0.14	0.17	0.24	0.33	0.43	0.51	0.56	0.55	0.50	0.43	0.38	0.32	0.26	0.22	0.20	0.18	0.16	0.15
SW	L		0.12	0.10	0.08	0.06	0.05	0.06	0.08	0.10	0.12	0.14	0.16	0.24	0.36	0.49	0.60	0.66	0.66	0.58	0.43	0.33	0.27	0.22	0.18	0.14
	M		0.15	0.13	0.12	0.10	0.09	0.09	0.10	0.12	0.13	0.15	0.17	0.23	0.33	0.44	0.53	0.58	0.59	0.53	0.41	0.33	0.28	0.24	0.21	0.18
	H		0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.12	0.13	0.14	0.16	0.17	0.19	0.25	0.34	0.44	0.52	0.56	0.56	0.49	0.37	0.30	0.25	0.21	0.19	0.17
	L		0.12	0.10	0.08	0.07	0.05	0.06	0.07	0.08	0.10	0.11	0.13	0.14	0.20	0.32	0.45	0.57	0.64	0.61	0.44	0.34	0.27	0.22	0.18	0.14
	M		0.15	0.13	0.12	0.10	0.09	0.09	0.10	0.12	0.13	0.15	0.17	0.23	0.33	0.44	0.53	0.58	0.59	0.53	0.41	0.33	0.28	0.24	0.21	0.18
	H		0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.11	0.12	0.13	0.13	0.14	0.15	0.16	0.21	0.30	0.40	0.49	0.54	0.52	0.38	0.30	0.24	0.21	0.18	0.16
NW	L		0.11	0.09	0.08	0.06	0.05	0.06	0.08	0.10	0.12	0.14	0.16	0.17	0.19	0.23	0.33	0.47	0.59	0.60	0.43	0.33	0.26	0.21	0.17	0.14
	M		0.14	0.12	0.11	0.09	0.08	0.09	0.10	0.11	0.13	0.14	0.16	0.17	0.18	0.21	0.30	0.42	0.51	0.53	0.39	0.32	0.26	0.22	0.19	0.16
	H		0.14	0.12	0.11	0.11	0.10	0.11	0.12	0.13	0.15	0.16	0.18	0.19	0.19	0.22	0.30	0.41	0.50	0.51	0.36	0.29	0.23	0.20	0.17	0.15
	L		0.11	0.09	0.07	0.06	0.05	0.07	0.14	0.24	0.36	0.48	0.58	0.66	0.72	0.74	0.73	0.67	0.59	0.47	0.37	0.30	0.24	0.19	0.16	0.13
	M		0.16	0.14	0.12	0.11	0.09	0.11	0.16	0.24	0.33	0.43	0.52	0.59	0.64	0.67	0.66	0.62	0.55	0.47	0.38	0.32	0.28	0.24	0.21	0.18
	H		0.17	0.16	0.15	0.14	0.13	0.15	0.20	0.27	0.36	0.45	0.52	0.59	0.62	0.64	0.62	0.58	0.51	0.42	0.35	0.29	0.26	0.23	0.21	0.19
L=Light construction: frame exterior wall, 2-in. concrete floor slab, approximately 30 lb of material/square feet of floor area. M=Medium construction: 4-in. concrete exterior wall, 4-in. concrete floor slab, approximately 70 lb of building material/square feet of floor area. H=Heavy construction: 6-in. concrete exterior wall, 6-in. concrete floor slab, approximately 130 lb of building materials/square feet of floor area.																										

Fuente: American Society of Heating Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, *ASHRAE Handbook of Fundamentals* (Atlanta, GA: ASHRAE, 1967), 25.13.

Anexo 16. Tabla para los factores de carga de enfriamiento para luces

Lights On For	Number of Hours after Lights Turned On																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Zone Type A																								
8	0.85	0.92	0.95	0.96	0.97	0.97	0.97	0.98	0.13	0.06	0.04	0.03	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
10	0.85	0.93	0.95	0.97	0.97	0.97	0.98	0.98	0.98	0.98	0.14	0.07	0.04	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01
12	0.86	0.93	0.96	0.97	0.97	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.14	0.07	0.04	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
14	0.86	0.93	0.96	0.97	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99	0.99	0.15	0.07	0.05	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02
16	0.87	0.94	0.96	0.97	0.98	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.15	0.08	0.05	0.04	0.03	0.03	0.03	0.02
Zone Type B																								
8	0.75	0.85	0.90	0.93	0.94	0.95	0.95	0.96	0.23	0.12	0.08	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01
10	0.75	0.86	0.91	0.93	0.94	0.95	0.95	0.96	0.96	0.97	0.24	0.13	0.08	0.06	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02
12	0.76	0.86	0.91	0.93	0.95	0.95	0.96	0.96	0.97	0.97	0.97	0.97	0.24	0.14	0.09	0.07	0.05	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03
14	0.76	0.87	0.92	0.94	0.95	0.96	0.96	0.97	0.97	0.97	0.97	0.98	0.98	0.98	0.25	0.14	0.09	0.07	0.06	0.05	0.05	0.04	0.04	0.03
16	0.77	0.88	0.92	0.95	0.96	0.96	0.97	0.97	0.97	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.99	0.25	0.15	0.10	0.07	0.06	0.05	0.05	0.04
Zone Type C																								
8	0.72	0.80	0.84	0.87	0.88	0.89	0.90	0.91	0.23	0.15	0.11	0.09	0.08	0.07	0.07	0.06	0.05	0.05	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03
10	0.73	0.81	0.85	0.87	0.89	0.90	0.91	0.92	0.92	0.93	0.25	0.16	0.13	0.11	0.09	0.08	0.08	0.07	0.06	0.06	0.05	0.05	0.04	0.04
12	0.74	0.82	0.86	0.88	0.90	0.91	0.92	0.92	0.93	0.94	0.94	0.95	0.26	0.18	0.14	0.12	0.10	0.09	0.08	0.08	0.07	0.06	0.06	0.05
14	0.75	0.84	0.87	0.89	0.91	0.92	0.92	0.93	0.94	0.94	0.95	0.95	0.96	0.96	0.27	0.19	0.15	0.13	0.11	0.10	0.09	0.08	0.08	0.07
16	0.77	0.85	0.89	0.91	0.92	0.93	0.93	0.94	0.95	0.95	0.95	0.96	0.96	0.97	0.97	0.97	0.28	0.20	0.16	0.13	0.12	0.11	0.10	0.09
Zone Type D																								
8	0.66	0.72	0.76	0.79	0.81	0.83	0.85	0.86	0.25	0.20	0.17	0.15	0.13	0.12	0.11	0.10	0.09	0.08	0.07	0.06	0.06	0.05	0.04	0.04
10	0.68	0.74	0.77	0.80	0.82	0.84	0.86	0.87	0.88	0.90	0.28	0.23	0.19	0.17	0.15	0.14	0.12	0.11	0.10	0.09	0.08	0.07	0.06	0.06
12	0.70	0.75	0.79	0.81	0.83	0.85	0.87	0.88	0.89	0.90	0.91	0.92	0.30	0.25	0.21	0.19	0.17	0.15	0.13	0.12	0.11	0.10	0.09	0.08
14	0.72	0.77	0.81	0.83	0.85	0.86	0.88	0.89	0.90	0.91	0.92	0.93	0.94	0.94	0.32	0.26	0.23	0.20	0.18	0.16	0.14	0.13	0.12	0.10
16	0.75	0.80	0.83	0.85	0.87	0.88	0.89	0.90	0.91	0.92	0.93	0.94	0.94	0.95	0.96	0.96	0.34	0.28	0.24	0.21	0.19	0.17	0.15	0.14

Fuente: Robert A. Parsons, *ASHRAE HANDBOOK* (Atlanta, GA: ASHRAE Handbook Committee, 1997), 28.52.

Anexo 17. Tabla para calcular el calor sensible y latente por persona

En las tablas que prosiguen se presentan tabulados los valores estándar que permitirían calcular el calor sensible y latente por persona.

Tasas de ganancia de calor de los ocupantes de espacios acondicionados

Degree of Activity		Total Heat, W	
		Adult Male	Adjusted, M/F ^a
Seated at theater	Theater, matinee	115	95
Seated at theater, night	Theater, night	115	105
Seated, very light work	Offices, hotels, apartments	130	115
Moderately active office work	Offices, hotels, apartments	140	130
Standing, light work; walking	Department store; retail store	160	130
Walking, standing	Drug store, bank	160	145
Sedentary work	Restaurant ^c	145	160
Light bench work	Factory	235	220
Moderate dancing	Dance hall	265	250
Walking 4.8 km/h; light machine work	Factory	295	295
Bowling ^d	Bowling alley	440	425
Heavy work	Factory	440	425
Heavy machine work; lifting	Factory	470	470
Athletics	Gymnasium	585	525

Fuente: Robert A. Parsons, *ASHRAE HANDBOOK* (Atlanta, GA: ASHRAE Handbook Committee, 1997), 2.

Factores de carga de enfriamiento para personas

Hours in Space	Number of Hours after Entry into Space or Equipment															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Zone Type A																
2	0.75	0.88	0.18	0.08	0.04	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.75	0.88	0.93	0.95	0.22	0.10	0.05	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00
6	0.75	0.88	0.93	0.95	0.97	0.97	0.23	0.11	0.06	0.04	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01
8	0.75	0.88	0.93	0.95	0.97	0.97	0.98	0.98	0.24	0.11	0.06	0.04	0.03	0.02	0.02	0.01
10	0.75	0.88	0.93	0.95	0.97	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.24	0.12	0.07	0.04	0.03	0.02
12	0.75	0.88	0.93	0.96	0.97	0.98	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99	0.99	0.25	0.12	0.07	0.04
14	0.76	0.88	0.93	0.96	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	1.00	1.00	0.25	0.12
16	0.76	0.89	0.94	0.96	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00
18	0.77	0.89	0.94	0.96	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Zone Type B																
2	0.65	0.74	0.16	0.11	0.08	0.06	0.05	0.04	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00
4	0.65	0.75	0.81	0.85	0.24	0.17	0.13	0.10	0.07	0.06	0.04	0.03	0.03	0.02	0.02	0.01
6	0.65	0.75	0.81	0.85	0.89	0.91	0.29	0.20	0.15	0.12	0.09	0.07	0.05	0.04	0.03	0.02
8	0.65	0.75	0.81	0.85	0.89	0.91	0.93	0.95	0.31	0.22	0.17	0.13	0.10	0.08	0.06	0.05
10	0.65	0.75	0.81	0.85	0.89	0.91	0.93	0.95	0.96	0.97	0.33	0.24	0.18	0.14	0.11	0.08
12	0.66	0.76	0.81	0.86	0.89	0.92	0.94	0.95	0.96	0.97	0.98	0.98	0.34	0.24	0.19	0.14

Anexo 18. Tabla para calcular el calor sensible y latente en aparatos o equipos

En la tabla que prosigue se presentan tabulados los valores estándar para el “factor de carga de calor” para los cuales permitieron determinar la ganancia calorífica por equipo.

Tabla para determinar los factores de carga de calor para equipos

Hours in Operation	Number of Hours after Equipment Turned On															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Zone Type A																
2	0.64	0.83	0.26	0.11	0.06	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.64	0.83	0.90	0.93	0.31	0.14	0.07	0.04	0.03	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00
6	0.64	0.83	0.90	0.93	0.96	0.96	0.33	0.16	0.09	0.06	0.04	0.03	0.03	0.01	0.01	0.01
8	0.64	0.83	0.90	0.93	0.96	0.96	0.97	0.97	0.34	0.16	0.09	0.06	0.04	0.03	0.03	0.01
10	0.64	0.83	0.90	0.93	0.96	0.96	0.97	0.97	0.99	0.99	0.34	0.17	0.10	0.06	0.04	0.03
12	0.64	0.83	0.90	0.94	0.96	0.97	0.97	0.97	0.99	0.99	0.99	0.99	0.36	0.17	0.10	0.06
14	0.66	0.83	0.90	0.94	0.96	0.97	0.97	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	1.00	1.00	0.36	0.17
16	0.66	0.84	0.91	0.94	0.96	0.97	0.97	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00
18	0.67	0.84	0.91	0.94	0.96	0.97	0.97	0.99	0.99	0.99	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Zone Type B																
2	0.50	0.63	0.23	0.16	0.11	0.09	0.07	0.06	0.04	0.03	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00
4	0.50	0.64	0.73	0.79	0.34	0.24	0.19	0.14	0.10	0.09	0.06	0.04	0.04	0.03	0.03	0.01
6	0.50	0.64	0.73	0.79	0.84	0.87	0.41	0.29	0.21	0.17	0.13	0.10	0.07	0.06	0.04	0.03
8	0.50	0.64	0.73	0.79	0.84	0.87	0.90	0.93	0.44	0.31	0.24	0.19	0.14	0.11	0.09	0.07
10	0.50	0.64	0.73	0.79	0.84	0.87	0.90	0.93	0.94	0.96	0.47	0.34	0.26	0.20	0.16	0.11
12	0.51	0.66	0.73	0.80	0.84	0.89	0.91	0.93	0.94	0.96	0.97	0.97	0.49	0.34	0.27	0.20
14	0.53	0.66	0.74	0.80	0.84	0.89	0.91	0.93	0.94	0.96	0.97	0.97	0.99	0.99	0.50	0.36
16	0.56	0.69	0.76	0.81	0.86	0.89	0.91	0.93	0.94	0.96	0.97	0.97	0.99	0.99	0.99	0.99
18	0.59	0.71	0.79	0.83	0.87	0.90	0.93	0.94	0.96	0.97	0.97	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
Zone Type C																
2	0.43	0.54	0.20	0.16	0.13	0.10	0.09	0.07	0.06	0.04	0.04	0.03	0.03	0.01	0.01	0.01
4	0.43	0.54	0.63	0.70	0.33	0.26	0.20	0.17	0.14	0.11	0.09	0.07	0.06	0.06	0.04	0.03
6	0.44	0.56	0.63	0.70	0.76	0.80	0.40	0.31	0.26	0.21	0.17	0.14	0.11	0.10	0.09	0.07
8	0.44	0.56	0.64	0.70	0.76	0.80	0.84	0.87	0.46	0.37	0.30	0.24	0.20	0.16	0.13	0.11
10	0.46	0.57	0.64	0.71	0.76	0.80	0.84	0.87	0.89	0.91	0.50	0.40	0.33	0.26	0.21	0.17
12	0.47	0.59	0.66	0.73	0.77	0.81	0.84	0.87	0.90	0.91	0.93	0.94	0.53	0.41	0.34	0.27
14	0.50	0.60	0.67	0.74	0.79	0.83	0.86	0.89	0.90	0.91	0.93	0.94	0.96	0.96	0.54	0.43
16	0.54	0.63	0.70	0.76	0.80	0.84	0.87	0.89	0.91	0.93	0.94	0.94	0.96	0.97	0.97	0.97
18	0.60	0.69	0.74	0.79	0.83	0.86	0.89	0.90	0.91	0.93	0.94	0.96	0.96	0.97	0.97	0.99
Zone Type D																
2	0.41	0.53	0.19	0.13	0.11	0.09	0.07	0.07	0.06	0.06	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.01
4	0.43	0.53	0.60	0.66	0.29	0.23	0.19	0.16	0.14	0.11	0.10	0.09	0.07	0.07	0.06	0.04
6	0.44	0.54	0.61	0.67	0.71	0.76	0.37	0.29	0.24	0.21	0.19	0.16	0.13	0.11	0.10	0.09
8	0.46	0.56	0.63	0.67	0.71	0.76	0.79	0.81	0.43	0.34	0.29	0.24	0.21	0.19	0.16	0.14
10	0.47	0.57	0.64	0.69	0.73	0.77	0.80	0.83	0.84	0.87	0.47	0.39	0.31	0.27	0.24	0.20
12	0.50	0.59	0.66	0.70	0.74	0.77	0.81	0.83	0.86	0.87	0.89	0.90	0.50	0.41	0.34	0.30

Anexo 19. Tabla para calcular el calor sensible en motores

En la tabla que prosigue se presentan tabulados los valores estándar para el “factor de carga de calor sensible para equipos”, los cuales permitieron determinar la ganancia calorífica por equipo.

Ganancia de calor de los motores eléctricos típicos

					Location of Motor and Driven Equipment with Respect to Conditioned Space or Airstream		
Motor Name-plate or Rated Horse-power	(kW)	Motor Type	Nominal rpm	Full Load Motor Efficiency, %	A	B	C
					Motor in, Driven Equipment in, Watt	Motor out, Driven Equipment in, Watt	Motor in, Driven Equipment out, Watt
0.05	(0.04)	Shaded pole	1500	35	105	35	70
0.08	(0.06)	Shaded pole	1500	35	170	59	110
0.125	(0.09)	Shaded pole	1500	35	264	94	173
0.16	(0.12)	Shaded pole	1500	35	340	117	223
0.25	(0.19)	Split phase	1750	54	346	188	158
0.33	(0.25)	Split phase	1750	56	439	246	194
0.50	(0.37)	Split phase	1750	60	621	372	249
0.75	(0.56)	3-Phase	1750	72	776	557	217
1	(0.75)	3-Phase	1750	75	993	747	249
1.5	(1.1)	3-Phase	1750	77	1453	1119	334
2	(1.5)	3-Phase	1750	79	1887	1491	396
3	(2.2)	3-Phase	1750	81	2763	2238	525
5	(3.7)	3-Phase	1750	82	4541	3721	817
7.5	(5.6)	3-Phase	1750	84	6651	5596	1066
10	(7.5)	3-Phase	1750	85	8760	7178	1315
15	(11.2)	3-Phase	1750	86	13 009	11 192	1820
20	(14.9)	3-Phase	1750	87	17 140	14 913	2230
25	(18.6)	3-Phase	1750	88	21 184	18 635	2545
30	(22.4)	3-Phase	1750	89	25 110	22 370	2765
40	(30)	3-Phase	1750	89	33 401	29 885	3690
50	(37)	3-Phase	1750	89	41 900	37 210	4600
60	(45)	3-Phase	1750	89	50 395	44 829	5538
75	(56)	3-Phase	1750	90	62 115	55 962	6210
100	(75)	3-Phase	1750	90	82 918	74 719	8290
125	(93)	3-Phase	1750	90	103 430	93 172	10 342
150	(110)	3-Phase	1750	91	123 060	111 925	11 075
200	(150)	3-Phase	1750	91	163 785	149 135	14 738
250	(190)	3-Phase	1750	91	204 805	186 346	18 430

Fuente: Robert A. Parsons, *ASHRAE HANDBOOK* (Atlanta, GA: ASHRAE Handbook Committee, 1997), 28.10.

Anexo 20. Normas del MINSA NTP119. Para equipos de la UPSS farmacia.

NTS N° 119 -MINSA/DGIEM-V01
NORMA TÉCNICA DE SALUD "INFRAESTRUCTURA Y EQUIPAMIENTO DE LOS ESTABLECIMIENTOS DE SALUD DEL
TERCER NIVEL DE ATENCIÓN"

ANEXO N° 21 EQUIPOS PARA LOS AMBIENTES PRESTACIONALES Y COMPLEMENTARIOS DE LA UPSS FARMACIA

UPSS FARMACIA			
AMBIENTE	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
DISPENSACIÓN Y ALMACENAMIENTO EN LA UPSS CONSULTA EXTERNA	T-50	COMPUTADORA PERSONAL	1
	M-114	CUBO DE ACERO INOXIDABLE PARA DESPERDICIOS CON TAPA ACCIONADA A PEDAL	1
	M-22	ESCRITORIO ESTÁNDAR	1
	M-8	ESTANTERÍA METÁLICA DE ÁNGULOS RANURADOS DE 01 CUERPO 05 ANAQUELES	20
	M-94	MESA DE TRABAJO DE ACERO INOXIDABLE DE 140 X 70 CM	2
	D-288	REFRIGERADORA PARA MEDICAMENTOS	1
	M-36	SILLA METÁLICA APILABLE	4
	M-39	SILLA METÁLICA GIRATORIA RODABLE	1
	T-20	TELÉFONO IP DE MESA USO GENERAL	1
DISPENSACIÓN ESPECIALIZADA Y ALMACENAMIENTO EN UPSS EMERGENCIA	M-55	VITRINA METÁLICA DE ACERO INOXIDABLE PARA INSTRUMENTOS O MATERIAL ESTÉRIL DE UN CUERPO	1
	T-50	COMPUTADORA PERSONAL	1
	M-114	CUBO DE ACERO INOXIDABLE PARA DESPERDICIOS CON TAPA ACCIONADA A PEDAL	1
	M-22	ESCRITORIO ESTÁNDAR	3
	M-8	ESTANTERÍA METÁLICA DE ÁNGULOS RANURADOS DE 01 CUERPO 05 ANAQUELES	15
	M-94	MESA DE TRABAJO DE ACERO INOXIDABLE DE 140 X 70 CM	2
	D-288	REFRIGERADORA PARA MEDICAMENTOS	1
	M-36	SILLA METÁLICA APILABLE	4
	M-39	SILLA METÁLICA GIRATORIA RODABLE	1
DISPENSACIÓN ESPECIALIZADA Y ALMACENAMIENTO EN LA UPSS CENTRO QUIRÚRGICO	T-20	TELÉFONO IP DE MESA USO GENERAL	1
	M-55	VITRINA METÁLICA DE ACERO INOXIDABLE PARA INSTRUMENTOS O MATERIAL ESTÉRIL DE UN CUERPO	1
	T-50	COMPUTADORA PERSONAL	1
	M-114	CUBO DE ACERO INOXIDABLE PARA DESPERDICIOS CON TAPA ACCIONADA A PEDAL	1
	M-22	ESCRITORIO ESTÁNDAR	2
	M-60	ESTANTERÍA DE ACERO INOXIDABLE DE 01 CUERPO 05 DIVISIONES	4
	M-94	MESA DE TRABAJO DE ACERO INOXIDABLE DE 140 X 70 CM	1
	D-288	REFRIGERADORA PARA MEDICAMENTOS	1
	M-36	SILLA METÁLICA APILABLE	2
DISPENSACIÓN ESPECIALIZADA Y	M-39	SILLA METÁLICA GIRATORIA RODABLE	1
	T-20	TELÉFONO IP DE MESA USO GENERAL	1
	M-55	VITRINA METÁLICA DE ACERO INOXIDABLE PARA INSTRUMENTOS O MATERIAL ESTÉRIL DE UN CUERPO	1
	T-50	COMPUTADORA PERSONAL	1

NTS N° 119 -MNSA/DGIEM-V01
NORMA TÉCNICA DE SALUD "INFRAESTRUCTURA Y EQUIPAMIENTO DE LOS ESTABLECIMIENTOS DE SALUD DEL
TERCER NIVEL DE ATENCIÓN"

UPSS/FARMACIA			
AMBIENTE	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
ALMACENAMIENTO PARA ESTRATEGIAS SANITARIAS	M-114	CUBO DE ACERO INOXIDABLE PARA DESPERDICIOS CON TAPA ACCIONADA A PEDAL	1
	M-22	ESCRITORIO ESTÁNDAR	1
	M-8	ESTANTERÍA METÁLICA DE ÁNGULOS RANURADOS DE 01 CUERPO 05 ANAQUELES	4
	T-57	IMPRESORA LÁSER BAJA DEMANDA	1
	M-94	MESA DE TRABAJO DE ACERO INOXIDABLE DE 140 X 70 CM	1
	D-288	REFRIGERADORA PARA MEDICAMENTOS	1
	M-36	SILLA METÁLICA APILABLE	2
	M-39	SILLA METÁLICA GIRATORIA RODABLE	1
	T-20	TELÉFONO IP DE MESA USO GENERAL	1
	M-65	CAJETINES DE ALMACENAMIENTO MÚLTIPLE PARA DOSIS UNITARIA	4
SISTEMA DE DISPENSACIÓN DE MEDICAMENTOS EN DOSIS UNITARIA.	M-67	CARRO PARA TRANSPORTE DE DOSIS UNITARIA	8
	T-50	COMPUTADORA PERSONAL	1
	M-114	CUBO DE ACERO INOXIDABLE PARA DESPERDICIOS CON TAPA ACCIONADA A PEDAL	1
	M-22	ESCRITORIO ESTÁNDAR	1
	M-8	ESTANTERÍA METÁLICA DE ÁNGULOS RANURADOS DE 01 CUERPO 05 ANAQUELES	10
	T-57	IMPRESORA LÁSER BAJA DEMANDA	1
	M-94	MESA DE TRABAJO DE ACERO INOXIDABLE DE 140 X 70 CM	2
	M-15	PAPELERA METÁLICA DE PISO	1
	M-36	SILLA METÁLICA APILABLE	2
	M-39	SILLA METÁLICA GIRATORIA RODABLE	1
DISPENSACIÓN PARA ENSAYOS CLÍNICOS	T-20	TELÉFONO IP DE MESA USO GENERAL	1
	M-55	VITRINA METÁLICA DE ACERO INOXIDABLE PARA INSTRUMENTOS O MATERIAL ESTÉRIL DE UN CUERPO	1
	T-50	COMPUTADORA PERSONAL	1
	M-114	CUBO DE ACERO INOXIDABLE PARA DESPERDICIOS CON TAPA ACCIONADA A PEDAL	1
	M-22	ESCRITORIO ESTÁNDAR	1
	M-60	ESTANTERÍA DE ACERO INOXIDABLE DE 01 CUERPO 05 DIVISIONES	1
	T-57	IMPRESORA LÁSER BAJA DEMANDA	1
	M-94	MESA DE TRABAJO DE ACERO INOXIDABLE DE 140 X 70 CM	1
	D-288	REFRIGERADORA PARA MEDICAMENTOS	1
	M-36	SILLA METÁLICA APILABLE	2
	M-39	SILLA METÁLICA GIRATORIA RODABLE	1
	T-20	TELÉFONO IP DE MESA USO GENERAL	1
	M-55	VITRINA METÁLICA DE ACERO INOXIDABLE PARA INSTRUMENTOS O MATERIAL ESTÉRIL DE UN CUERPO	1



NTS N° 119 -Minsa/DGIEM-V01
NORMA TÉCNICA DE SALUD "INFRAESTRUCTURA Y EQUIPAMIENTO DE LOS ESTABLECIMIENTOS DE SALUD DEL
TERCER NIVEL DE ATENCIÓN"

UPSS FARMACIA			
AMBIENTE	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
GESTIÓN DE PROGRAMACIÓN	M-1	ARCHIVADOR METÁLICO DE 4 GAVETAS	1
	T-50	COMPUTADORA PERSONAL	1
	M-114	CUBO DE ACERO INOXIDABLE PARA DESPERDICIOS CON TAPA ACCIONADA A PEDAL	1
	M-22	ESCRITORIO ESTÁNDAR	1
	T-57	IMPRESORA LÁSER BAJA DEMANDA	1
	M-91	MESA DE ACERO INOXIDABLE RODABLE PARA MÚLTIPLES USOS	1
	M-94	MESA DE TRABAJO DE ACERO INOXIDABLE DE 140 X 70 CM	1
	M-15	PAPELERA METÁLICA DE PISO	1
	T-79	RELOJ DE UNA ESFERA DE PARED	1
	M-36	SILLA METÁLICA APILABLE	2
	M-39	SILLA METÁLICA GIRATORIA RODABLE	1
	T-20	TELÉFONO IP DE MESA USO GENERAL	1
ALMACÉN ESPECIALIZADO DE LA UPSS FARMACIA ²⁰⁶	T-50	COMPUTADORA PERSONAL	1
	D-430	CONGELADORA PARA VACUNAS HORIZONTAL	1
	D-285	COOLER PARA TRANSPORTE DE VACUNAS	1
	E-13	EQUIPO DE AIRE ACONDICIONADO TIPO SPLIT	1
	M-86	ESCALINATA METÁLICA 2 PELDAÑOS	1
	M-150	ESCALINATA DE ACERO INOXIDABLE DE 3 PELDAÑOS	1
	M-22	ESCRITORIO ESTÁNDAR	6
	M-60	ESTANTERÍA DE ACERO INOXIDABLE DE 01 CUERPO 05 DIVISIONES	20
	E-113	EXTINTOR CONTRA INCENDIOS CO2 DE 6 KG O 15 LB APROX.	2
	M-94	MESA DE TRABAJO DE ACERO INOXIDABLE DE 140 X 70 CM	2
	T-57	IMPRESORA LÁSER BAJA DEMANDA	1
	M-15	PAPELERA METÁLICA DE PISO	1
	M-53	PARIHUELAS PARA DEPÓSITO	5
	D-288	REFRIGERADORA PARA MEDICAMENTOS	1
	M-36	SILLA METÁLICA APILABLE	2
	M-39	SILLA METÁLICA GIRATORIA RODABLE	2
	T-20	TELÉFONO IP DE MESA USO GENERAL	1
	D-158	TERMÓMETRO/ HIGRÓMETRO DIGITAL	2
SEGUIMIENTO FÁRMACO-TERAPÉUTICO AMBULATORIO	T-50	COMPUTADORA PERSONAL	1
	M-114	CUBO DE ACERO INOXIDABLE PARA DESPERDICIOS CON TAPA ACCIONADA A PEDAL	1
	M-22	ESCRITORIO ESTÁNDAR	1
	T-57	IMPRESORA LÁSER BAJA DEMANDA	1




²⁰⁶ La cantidad del equipamiento debe esta calculados de acuerdo a la demanda.

NTS N° 119 -MNSA/DGIEM-V01
NORMA TÉCNICA DE SALUD "INFRAESTRUCTURA Y EQUIPAMIENTO DE LOS ESTABLECIMIENTOS DE SALUD DEL
TERCER NIVEL DE ATENCIÓN"

UPSS-FARMACIA			
AMBIENTE	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
	M-94	MESA DE TRABAJO DE ACERO INOXIDABLE DE 140 X 70 CM	1
	M-36	SILLA METÁLICA APILABLE	2
	M-39	SILLA METÁLICA GIRATORIA RODABLE	1
	T-20	TELÉFONO IP DE MESA USO GENERAL	1
SEGUIMIENTO FÁRMACO-TERAPÉUTICO EN HOSPITALIZACIÓN	T-50	COMPUTADORA PERSONAL	1
	M-114	CUBO DE ACERO INOXIDABLE PARA DESPERDICIOS CON TAPA ACCIONADA A PEDAL	1
	M-22	ESCRITORIO ESTÁNDAR	1
	T-57	IMPRESORA LÁSER BAJA DEMANDA	1
	M-39	SILLA METÁLICA GIRATORIA RODABLE	1
FARMACOVIGILANCIA Y TECNOVIGILANCIA	T-50	COMPUTADORA PERSONAL	1
	M-114	CUBO DE ACERO INOXIDABLE PARA DESPERDICIOS CON TAPA ACCIONADA A PEDAL	1
	M-22	ESCRITORIO ESTÁNDAR	1
	T-57	IMPRESORA LÁSER BAJA DEMANDA	1
	M-36	SILLA METÁLICA APILABLE	2
	M-39	SILLA METÁLICA GIRATORIA RODABLE	1
CENTRO DE INFORMACIÓN DE MEDICAMENTOS Y TÓXICOS	T-20	TELÉFONO IP DE MESA USO GENERAL	1
	T-50	COMPUTADORA PERSONAL	1
	M-114	CUBO DE ACERO INOXIDABLE PARA DESPERDICIOS CON TAPA ACCIONADA A PEDAL	1
	M-22	ESCRITORIO ESTÁNDAR	1
	T-57	IMPRESORA LÁSER BAJA DEMANDA	1
	M-94	MESA DE TRABAJO DE ACERO INOXIDABLE DE 140 X 70 CM	1
	M-36	SILLA METÁLICA APILABLE	2
FARMACOCINÉTICA CLÍNICA	M-39	SILLA METÁLICA GIRATORIA RODABLE	1
	T-20	TELÉFONO IP DE MESA USO GENERAL	1
	T-50	COMPUTADORA PERSONAL	1
	M-114	CUBO DE ACERO INOXIDABLE PARA DESPERDICIOS CON TAPA ACCIONADA A PEDAL	1
	M-22	ESCRITORIO ESTÁNDAR	2
	T-57	IMPRESORA LÁSER BAJA DEMANDA	1
	M-94	MESA DE TRABAJO DE ACERO INOXIDABLE DE 140 X 70 CM.	1
	M-36	SILLA METÁLICA APILABLE.	4
PREPARACIÓN DE FÓRMULAS MAGISTRALES Y PREPARADOS OFICINALES	M-39	SILLA METÁLICA GIRATORIA RODABLE.	2
	T-20	TELÉFONO IP DE MESA USO GENERAL	1
	D-242	AGITADOR ORBITAL	1
	D-445	ALCOHOLÍMETRO	1
	D-280	BALANZA ANALÍTICA DE PRECISIÓN	1
	D-185	BALANZA DE DOS PLATILLOS DE 2 KG	1
	D-402	BALANZA DE PRECISIÓN 2 KG	1



NTS N° 119 -Minsa/DGIEM-V01
NORMA TÉCNICA DE SALUD "INFRAESTRUCTURA Y EQUIPAMIENTO DE LOS ESTABLECIMIENTOS DE SALUD DEL
TERCER NIVEL DE ATENCIÓN"

UPSS FARMACIA			
AMBIENTE	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
  	D-248	BAÑO MARÍA DE 10 A 15 LT	1
	E-131	BIDESTILADOR DE AGUA 8 LITROS/H	1
	E-81	COCINA ELÉCTRICA DE DOS HORNILLAS DE MESA	1
	T-50	COMPUTADORA PERSONAL	1
	M-114	CUBO DE ACERO INOXIDABLE PARA DESPERDICIOS CON TAPA ACCIONADA A PEDAL	1
	D-446	DENSÍMETRO	1
	O-3	DISPENSADOR DE JABÓN LIQUIDO	1
	D-377	ENCAPSULADORA SEMIAUTOMÁTICA DE BAJA CAPACIDAD	1
	M-60	ESTANTERÍA DE ACERO INOXIDABLE DE 01 CUERPO 05 DIVISIONES	1
	E-153	EXTINGUIDOR CONTRA INCENDIOS DE AGENTE EXTINTOR LIMPIO DE 6 KG	1
	M-94	MESA DE TRABAJO DE ACERO INOXIDABLE DE 140 X 70 CM	1
	D-338	MEZCLADOR PARA FARMACOTECNIA	1
	M-15	PAPELERA METÁLICA DE PISO	1
	E-5	PHMETRO DIGITAL	1
	D-288	REFRIGERADORA PARA MEDICAMENTOS	1
	E-2	SELLADORA DE BOLSAS	1
	M-36	SILLA METÁLICA APILABLE	2
	M-39	SILLA METÁLICA GIRATORIA RODABLE	1
	M-47	TABURETE DE ACERO INOXIDABLE CON ASIENTO GIRATORIO RODABLE	2
	T-21	TELÉFONO IP DE MESA USO GERENCIAL	1
	E-211	TERMÓMETRO DIGITAL CON TERMOCUPLA	1
	D-158	TERMÓMETRO/ HIGRÓMETRO DIGITAL	1
	M-64	VITRINA DE ACERO INOXIDABLE PARA INSTRUMENTAL Y MATERIAL ESTÉRIL DE DOS CUERPOS	1
DILUCIÓN Y ACONDICIONAMIENTO DE ANTISÉPTICOS Y DESINFECTANTES	M-114	CUBO DE ACERO INOXIDABLE PARA DESPERDICIOS CON TAPA ACCIONADA A PEDAL	1
	M-94	MESA DE TRABAJO DE ACERO INOXIDABLE DE 140 X 70 CM	2
	M-60	ESTANTERÍA DE ACERO INOXIDABLE DE 01 CUERPO Y 05 DIVISIONES.	1
	M-47	TABURETE DE ACERO INOXIDABLE CON ASIENTO GIRATORIO RODABLE	2
	D-238	PIPETA AUTOMÁTICA VOLUMEN VARIABLE 10 - 100 UL.	1
	D-239	PIPETA AUTOMÁTICA VOLUMEN VARIABLE 200 - 1000 UL.	1
	D-240	PIPETA AUTOMÁTICA VOLUMEN VARIABLE 5 - 50 UL.	1
	D-241	PIPETA AUTOMÁTICA VOLUMEN VARIABLE 50 - 200 UL.	1
ACONDICIONAMIENTO Y REENVASADO DE PRODUCTOS FARMACÉUTICOS	D-486	INCUBADORA DE MICROBIOLOGÍA DE 50 LITROS MÍNIMO	1
	D-138	EQUIPO ENVASADORA DE MEDICAMENTOS.	1
	D-139	REENVASADOR DE FÁRMACOS LIQUIDAS.	1
	M-47	TABURETE DE ACERO INOXIDABLE CON ASIENTO GIRATORIO RODABLE.	2
	D-217	ESTERILIZADOR CON GENERADOR ELÉCTRICO DE VAPOR DE 50 LITROS	1

NTS N° 119 -Minsa/DGIEM-V01
NORMA TÉCNICA DE SALUD "INFRAESTRUCTURA Y EQUIPAMIENTO DE LOS ESTABLECIMIENTOS DE SALUD DEL
TERCER NIVEL DE ATENCIÓN"

UPSS FARMACIA			
AMBIENTE	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
PREPARACIÓN DE MEZCLAS DE ANTIMICROBIANOS Y OTRAS SOLUCIONES	E-186	CAMPANA EXTRACTORA DE VAHOS	1
	M-114	CUBO DE ACERO INOXIDABLE PARA DESPERDICIOS CON TAPA ACCIONADA A PEDAL	1
	D-402	BALANZA DE PRECISIÓN 2 KG.	1
	M-17	BANDEJA ACRÍLICA DOBLE PARA ESCRITORIO.	1
	D-250	CABINA DE FLUJO LAMINAR HORIZONTAL.	1
	D-376	CABINA DE FLUJO LAMINAR VERTICAL (4 PIES TIPO A/B3)	1
	T-50	COMPUTADORA PERSONAL	1
	O-3	DISPENSADOR DE JABÓN LÍQUIDO.	1
	E-204	EQUIPO DE SECADO DE MANOS CON FILTRO ULPHA /HEPA.	1
	M-22	ESCRITORIO ESTÁNDAR	1
	M-60	ESTANTERÍA DE ACERO INOXIDABLE DE 01 CUERPO Y 05 DIVISIONES	1
	T-57	IMPRESORA LÁSER BAJA DEMANDA	1
	M-94	MESA DE TRABAJO DE ACERO INOXIDABLE DE 140 X 70 CM	1
	D-287	REFRIGERADORA PARA LABORATORIO DE 14 PIES CÚBICOS	1
	E-2	SELLADORA DE BOLSAS	1
	M-36	SILLA METÁLICA APILABLE	2
	M-39	SILLA METÁLICA GIRATORIA RODABLE	2
	D-158	TERMÓMETRO/ HIGRÓMETRO DIGITAL	3
MEZCLAS PARENTERALES EN TERAPIA NUTRICIONAL	D-402	BALANZA DE PRECISIÓN 2 KG	2
	M-17	BANDEJA ACRÍLICA DOBLE PARA ESCRITORIO	1
	E-203	BARÓMETRO	1
	D-250	CABINA DE FLUJO LAMINAR HORIZONTAL.	2
	T-50	COMPUTADORA PERSONAL	1
	M-114	CUBO DE ACERO INOXIDABLE PARA DESPERDICIOS CON TAPA ACCIONADA A PEDAL	4
	D-282	CONSERVADOR VERTICAL DE MEDICAMENTOS Y REACTIVOS.	1
	O-3	DISPENSADOR DE JABÓN LÍQUIDO	2
	E-12	EQUIPO DE AIRE ACONDICIONADO TIPO SPLIT DE PRECISIÓN	1
	E-204	EQUIPO DE SECADO DE MANOS CON FILTRO ULPHA /HEPA.	1
	M-22	ESCRITORIO ESTÁNDAR	1
	M-60	ESTANTERÍA DE ACERO INOXIDABLE DE 01 CUERPO Y 05 DIVISIONES	1
	M-94	MESA DE TRABAJO DE ACERO INOXIDABLE DE 140 X 70 CM	2
	T-20	TELÉFONO IP DE MESA USO GENERAL	1
	D-532	OSMÓMETRO	1
	E-205	POTENCIÓMETRO	1
	E-2	SELLADORA DE BOLSAS	1
	M-36	SILLA METÁLICA APILABLE	2

475



NTS N° 119 -Minsa/DGIEM-V01
NORMA TÉCNICA DE SALUD "INFRAESTRUCTURA Y EQUIPAMIENTO DE LOS ESTABLECIMIENTOS DE SALUD DEL
TERCER NIVEL DE ATENCIÓN"

UPSS FARMACIA			
AMBIENTE	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
MEZCLAS PARENTERALES EN TERAPIA ONCOLÓGICAS	M-39	SILLA METÁLICA GIRATORIA RODABLE	2
	D-158	TERMÓMETRO/ HIGRÓMETRO DIGITAL	1
	D-402	BALANZA DE PRECISIÓN 2 KG	2
	M-17	BANDEJA ACRÍLICA DOBLE PARA ESCRITORIO	1
	E-203	BARÓMETRO	1
	D-376	CABINA DE FLUJO LAMINAR VERTICAL (4 PIES TIPO A/B3)	1
	T-50	COMPUTADORA PERSONAL	1
	M-114	CUBO DE ACERO INOXIDABLE PARA DESPERDICIOS CON TAPA ACCIONADA A PEDAL	1
	D-286	CONSERVADOR VERTICAL PARA CITOSTATICOS CON TERMOHIGRÓMETRO.	1
	O-3	DISPENSADOR DE JABÓN LIQUIDO	2
	E-12	EQUIPO DE AIRE ACONDICIONADO TIPO SPLIT DE PRECISIÓN	1
	E-204	EQUIPO DE SECADO DE MANOS CON FILTRO ULPHA /HEPA.	1
	M-22	ESCRITORIO ESTÁNDAR	1
	M-60	ESTANTERIA DE ACERO INOXIDABLE DE 01 CUERPO Y 05 DIVISIONES	1
	M-94	MESA DE TRABAJO DE ACERO INOXIDABLE DE 140 X 70 CM	2
	T-20	TELÉFONO IP DE MESA USO GENERAL	1
	D-532	OSMÓMETRO	1
	E-205	POTENCIÓMETRO	1
	E-2	SELLADORA DE BOLSAS	1
	M-36	SILLA METÁLICA APILABLE	2
	M-39	SILLA METÁLICA GIRATORIA RODABLE	2
	D-158	TERMÓMETRO/ HIGRÓMETRO DIGITAL	1



Fuente: Minsa NTP 119 equipos para los ambientes prestacionales y complementarios de la UPSS farmacia.